



โครงการ  
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้ออบจากพืช  
Development of plant-based meat

ชื่อนิสิต นางสาวฐิติภา ฐิรวัดนวงศ์ เลขประจำตัว 5832523323  
นางสาวสรโรชา วีรกุลพิพัฒน์ เลขประจำตัว 5832575023

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร  
ปีการศึกษา 2561

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)  
are the senior project authors' files submitted through the faculty.

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนือบดจากพืช

โดย

นางสาวฐิติภา ฐิรวฒนวงศ์

นางสาวสโรชา วีรกุลพิพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. ณัฐริดา โชติช่วง

และ

อาจารย์ ดร. สารีศา สุริยรักษ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำปีการศึกษา 2561

# Development of plant-based meat

Thitipa Thirawattanavong

Sarochoa Weerakulpipat

Project Advisor

Nattida Chotechuang, Assistant Professor, Ph.D.

and

Sarisa Suriyarak, Dr.rer.nat.

A Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Bachelor of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

หัวข้องานวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อมัดจากพืช

โดย นางสาวฐิติภา ฐิรวัดนวงศ์

นางสาวสโรชา วีรกุลพิพัฒน์

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ ดร. ณัฐธิดา โชติช่วง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. สารีศา สุริยรักษ์

ปีการศึกษา 2561

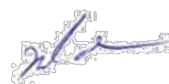
---

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนุมัติให้รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์


ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ประจำปี การศึกษา 2561



(รองศาสตราจารย์ ดร. ขันษฐา ธนานุวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร



(อาจารย์ ดร. ณัฐธิดา โชติช่วง)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

**หัวข้องานวิจัย** การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อมัดจากพืช

**โดย** นางสาวฐิติภา ฐิรวฒนวงศ์  
นางสาวสโรชา วีรกุลพิพัฒน์

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีทางอาหาร

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผศ.ดร. ณัฐธิดา โชติช่วง

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** อาจารย์ ดร.สาริศา สุริยรักษ์ .

**ปีการศึกษา** 2561

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันไส้กรอกเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น แต่ในไส้กรอกส่วนใหญ่จะมีปริมาณไขมันอิ่มตัวและโคเลสเตอรอลสูง ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของโรคอ้วน โรคหลอดเลือดหัวใจ และยังเพิ่มความเสี่ยงของโรคมะเร็ง งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกโดยใช้วัตถุดิบทั้งหมดจากพืช ประกอบด้วยโปรตีนจากพืช น้ำมันรำข้าว น้ำมันคาโนลา ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์ เช่น โอเมก้า 3 เพื่อช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกนี้จึงเป็นอาหารทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพ เนื่องจากมีไขมันน้อยกว่าไส้กรอกปกติถึง 70% งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของชนิดและปริมาณแป้ง (แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลัง ที่ 8, 12, 16 และ 20%) และผลของเวลาตีผสม (10, 20 และ 30 นาที) ต่อลักษณะทางเนื้อสัมผัสของไส้กรอก โดยทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งใช้ไส้กรอกที่ขายตามท้องตลาด จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่เตรียมได้จากการใช้แป้งชนิดต่างๆ ที่ปริมาณต่างๆ พบว่าตัวอย่างที่ทำการทดลองค่า firmness ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง และค่าดังกล่าวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยตัวอย่างที่เตรียมจากแป้งข้าวเหนียว 12% จะให้ค่ามากที่สุด และให้ค่า Springiness และ Cohesiveness ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้แป้งข้าวเหนียว 12% มาทำการศึกษาค้นคว้าผลของเวลาตีผสมโดย ซึ่งพบว่าค่า hardness, cohesiveness และ chewiness ของตัวอย่างที่ตีผสมเป็นเวลา 20 และ 30 นาที ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ทำการตีผสมเป็นเวลา 20 นาที จะให้ค่า Firmness ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างควบคุม และให้ค่า Toughness มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ตีผสมเป็นเวลา 10 และ 30 นาที

<b>Project Title</b>	Development of plant-based meat
<b>Student</b>	Thitipa Thirawattanavong SarochoWeerakulpipat
<b>Study Program</b>	Bachelor of Science in Food Technology
<b>Advisor</b>	Nattida Chotechuang, Assistant Professor, Ph.D.
<b>Co-advisor</b>	Sarisa Suriyarak, Dr.rer.nat.
<b>Academic Year</b>	2018

---

### Abstract

Nowadays, sausage has become one of the most popular food in the world. Unfortunately, sausage contains high saturated fatty acid and cholesterol which in turn lead to several health problems such as obesity cardiovascular disease and also increase the risk of being cancer. This study aimed to develop sausage analogue which prepared from plant-based protein, and polyunsaturated fatty acid such as omega-3, in order to having better nutrition value. Therefore, this sausage analogue has been considered as an alternative healthier choice because it contains less saturated fatty acid than usual meat sausage 70%. In this study, the sausage analogue was determined the effect of rice, tapioca, and glutinous rice flour in four different concentration (8, 12, 16, and 20%) and whisking time (10, 20 and 30 minutes) on textural parameters compared with meat sausage as control sample. The results showed that the effect of amylopectin content had no significant difference ( $p < 0.05$ ) of firmness between all of the treatments although 12% of glutinous rice flour gave the highest value and these parameters were significant lower ( $p < 0.05$ ) than control sample. 12% glutinous rice flour added sample showed no significant difference in springiness and cohesiveness comparing to the control sample. Therefore, 12% glutinous rice flour added sample was selected to study the effect of whisking time. Moreover, the 20 and 30 minutes whisked sample showed no significant difference ( $p < 0.05$ ) in hardness, cohesiveness and chewiness when compared with the control. Firmness of 20 minutes whisked sample is the highest value among the other treatments and has no significant comparing with the control sample. Although toughness of every treatment were significant lower than control sample, the sample with 20 minutes whisking gave the highest value compare with other treatments.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนตามหลักสูตรในระดับปริญญาตรีของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับเงินอุดหนุนจากงบประมาณของโครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ปีการศึกษา 2561 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมี ผศ.ดร. ณัฐธิดา โชติช่วง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และ อาจารย์ ดร. สารีศา สุริยรักษ์ เป็นที่ปรึกษาร่วม

คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินโครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์นี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร. ณัฐธิดา โชติช่วง และ อาจารย์ ดร. สารีศา สุริยรักษ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆในระหว่างการทำงานวิจัย รวมทั้งการแก้ไขตรวจทานรายงานวิจัยเล่มนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ อุปกรณ์ และสารเคมีตลอดระยะเวลาที่ดำเนินงานวิจัย

ผู้ดำเนินงานวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ เป็นข้อมูลต่อการศึกษาและพัฒนาในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อมัดจากพืช และงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องต่อไป

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นางสาว ฐิติภา ฐิรวัดมนวงศ์

นางสาว สโรชา วีรกุลพิพัฒน์

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	1
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ไส้กรอก	2
2.2 คาราจีแนน	3
2.3 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เนื้อมัดจากพืช	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
3.1 วัตถุประสงค์	6
3.2 เครื่องมือ	6
3.3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	7
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	9
4.1 ผลการวิจัย	9
4.2 วิจารณ์ผล	20
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	21
5.1 สรุปผลการวิจัย	21
5.2 ข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของไส้กรอก	2
2.2	ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น (mg) ต่อ 1 กรัมโปรตีนของโปรตีนสกัดจากถั่วและ WHO	4
2.3	ปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ (g) ต่อน้ำมัน 100 กรัมในน้ำมันทั้ง 2 ชนิด	4
2.4	องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เนื้อมัดจากพืช	5
4.1	ค่า Firmness Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเจ้า	9
4.2	ค่า Firmness Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง	10
4.3	ค่า Firmness Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว	11
4.4	ค่า Firmness, Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่เวลาตีผสมต่างๆ	16

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของไส้กรอก	2
2.2	โครงสร้างของคาราจีแนน	3
2.3	ผงโปรตีนสกัดจากถั่ว	3
2.4	น้ำมันคาโนลา	4
2.5	น้ำมันรำข้าว	4
4.1	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Firmness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	12
4.2	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Toughness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	12
4.3	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Hardness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	13
4.4	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Adhesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	13
4.5	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Springiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	14
4.6	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Cohesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	14
4.7	ผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Chewiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	15
4.8	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Firmness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	16
4.9	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Toughness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	17
4.10	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Hardness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	17
4.11	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Adhesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	18
4.12	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Springiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	18
4.13	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Cohesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	19
4.14	ผลของเวลาตีผสมต่อค่า Chewiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม	19

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ไส้กรอกถือว่าเป็นหนึ่งในอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน แต่ในไส้กรอกส่วนใหญ่จะมีปริมาณไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลสูง ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของโรคอ้วนและโรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน อีกทั้งในไส้กรอกยังมีการสารในกลุ่มไนโตรตและไนเตรต ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นสารไนโตรซามีนระหว่างกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน ซึ่งเป็นสารที่องค์การอนามัยโลกประกาศให้เป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่มที่1 นอกจากนี้กระบวนการผลิตและแปรรูปเนื้อสัตว์ยังเป็นอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น ในการผลิตเนื้อวัว 1 กิโลกรัม จำเป็นต้องใช้อาหารสัตว์ถึง 14- 20 กิโลกรัม อีกทั้งการเลี้ยงสัตว์มีการใช้น้ำในปริมาณที่มาก ตั้งแต่การใช้น้ำในการปลูกพืชเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ และน้ำที่สัตว์ต้องดื่มเพื่อดำรงชีวิต นอกจากนี้การเลี้ยงสัตว์ ยังเป็นการเพิ่มปริมาณของก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ และยังเพิ่มขยะในสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเลี้ยงและแปรรูปสัตว์อีกเป็นจำนวนมาก จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้บริโภคเริ่มหันมาบริโภคอาหารที่ที่เชิ่ววัตถุดิบที่มาจากพืชมากขึ้น และในปัจจุบันเริ่มมีงานวิจัยเกี่ยวกับการทำผลิตภัณฑ์จากพืชมาทดแทนเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากพืชซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากเนื้อสัตว์ได้ทั้งด้านคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติ

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก
2. ศึกษาผลของเวลาตีผสมต่อคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

#### ขอบเขต/กรอบแนวคิดของการวิจัย

1. ทราบอัตราส่วนของส่วนประกอบที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ไส้กรอก
2. ศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และเวลาตีผสมต่อคุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

#### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

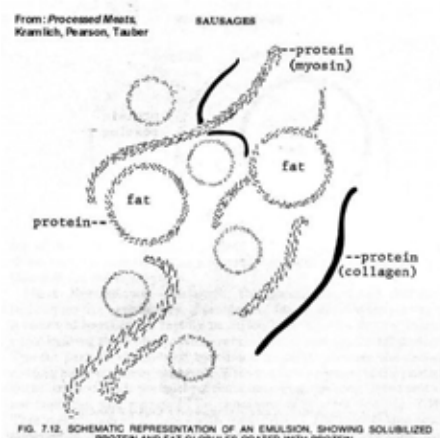
เรียนรู้คุณสมบัติของส่วนประกอบต่างๆ ที่ส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ไส้กรอก

ไส้กรอก คือ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์ไปบดร่วมกับเกลือ และ เครื่องปรุงรสก่อนนำไปบรรจุในไส้ โดยไส้กรอกจัดเป็นอาหารในระบบอิมัลชัน โดยเกลือจะทำหน้าที่ละลายโปรตีนแอคติน และ ไมโอซินในกล้ามเนื้อของสัตว์ออกมาเพื่อทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของไส้กรอก

ที่มา: <http://poli.50webs.com/Tips.htm#Emulsions>

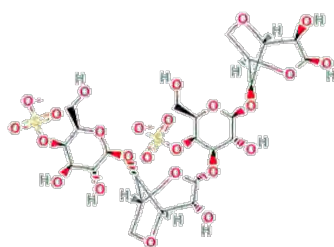
ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของไส้กรอก

องค์ประกอบ	ปริมาณต่อ 100 กรัม
น้ำ (g)	55.49
ไขมัน (g)	28.23
กรดไขมันอิ่มตัว (g)	9.313
คลอเรสเตอรอล (mg)	61
คาร์โบไฮเดรต (g)	0.94
ไฟเบอร์	0
โปรตีน (g)	11.98

ที่มา : USDA, 2018

## 2.2 คาราจีแนน

คาราจีแนน คือ สารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ และสามารถสกัดได้จากสาหร่ายสีแดง คาราจีแนนถูกใช้อย่างกว้างขวางในรูปแบบของสารเติมแต่งอาหาร เช่น สารเพิ่มความข้นหนืด และอิมัลซิไฟเออร์ ตัวอย่างของอาหารที่สามารถพบคาราจีแนน ได้แก่ ไอศกรีม ผลิตภัณฑ์สำหรับทดแทนนมวัว เช่น นมอัลมอนต์ นมถั่วเหลือง นำนมข้าว



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของคาราจีแนน

ที่มา: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/kappa-Carrageenan#section=Top>

## 2.3 องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากพืช

FAO, 2010 และ Biodiversity International ได้ให้นิยามของอาหารไว้ว่า “อาหารจะต้องเป็นอาหารที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีสารอาหารครบถ้วน และดีต่อสุขภาพของคนรุ่นนี้และรุ่นต่อไป” ซึ่งการบริโภคเนื้อสัตว์เป็นสิ่งที่ไม่ยั่งยืน เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์และการแปรรูปเนื้อสัตว์ต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมากจากการศึกษาของ Delgado et al. (2008) พบว่าในการ ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้เนื้อปริมาณ 1 กิโลกรัมต้องใช้อาหารในการเลี้ยงสัตว์มากถึง 14-20 กิโลกรัมและจาก Gerber et al. (2013) พบว่า การทำปศุสัตว์ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการปล่อยก๊าซไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสสู่แหล่งน้ำซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ น้ำเน่าเสียมากถึง 33%

องค์ประกอบหลักของไส้กรอกจากพืชคือ โปรตีนสกัดจากถั่ว (Pea Protein Isolate) ที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของโปรตีนเพื่อทดแทนโปรตีนในเนื้อ ซึ่งมีปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น 8 ชนิด และกรดอะมิโนไม่จำเป็นอีก 12 ชนิดตามตารางด้านล่าง ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณของกรดอะมิโนจำเป็นต่อ 1 กรัมโปรตีนที่จากทาง WHO จะพบว่าโปรตีนสกัดจากถั่ว 1 กรัมมีปริมาณกรดอะมิโนได้ใกล้เคียงกับที่ทาง WHO แนะนำ



ภาพที่ 2.3 ผงโปรตีนสกัดจากถั่ว

ที่มา: <https://teratechbaits.co.za/product/pea-protein-isolate/>

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น (mg) ต่อ 1 กรัมโปรตีนของโปรตีนสกัดจากถั่วและ WHO

กรดอะมิโน	Phe	Ile	Leu	Lys	Met	Val	Thr	Trp
โปรตีนสกัดจากถั่ว	40	33	61	54	6	36	28	6
WHO	30	30	59	45	16	26	23	6

ที่มา : WHO, 2007

องค์ประกอบหลักที่สองคือน้ำมัน ซึ่งทำหน้าที่เพื่อทดแทนไขมันในไส้กรอก ในน้ำมันประกอบไปด้วยกรดไขมันหลายชนิดได้แก่ กรดไขมันไม่อิ่มตัวกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (Monounsaturated fatty acid, MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acid) โดยคณะผู้วิจัยจะเลือกใช้น้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ได้แก่ น้ำมันคาโนลา และ น้ำมันรำข้าว ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งแบบหนึ่งตำแหน่งและหลายตำแหน่งในปริมาณมาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งโอเมก้า 3 ให้แก่ผลิตภัณฑ์เนือบดจากพืช

ตารางที่ 2.3 แสดงปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ (g) ต่อน้ำมัน 100 กรัมในน้ำมันทั้ง 2 ชนิด

ชนิดของน้ำมัน	กรดไขมันอิ่มตัว	กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง	กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง
น้ำมันคาโนลา	7.365	63.276	28.142
น้ำมันรำข้าว	19.700	39.300	35.000

ที่มา : USDA, 2018



ภาพที่ 2.4 น้ำมันคาโนลา



ภาพที่ 2.5 น้ำมันรำข้าว

ที่มา: <https://www.stylecraze.com/articles/olive-oil-vs-canola-oil/#eref>

ที่มา: <https://www.stylecraze.com/articles/benefits-of-rice-bran-oil-for-skin-hair-and-health/#eref>

องค์ประกอบที่สาม คือ แป้งซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากพืชจับตัวกัน โดยในเมล็ดแป้งจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นอะไมโลเพคติน (Amylopectin) และอะไมโลส (Amylose) ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนือบดจากพืช คณะผู้วิจัยได้เลือกเปรียบเทียบชนิดของแป้ง ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้าและแป้งมันสำปะหลัง ที่ปริมาณ 8, 12, 16 และ 20% โดยเปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของแต่ละสูตรทดลอง

องค์ประกอบที่สี่คือ คาราจีแนน ทำหน้าที่เป็นสารทดแทนไขมันและรักษาเสถียรภาพของระบบอิมัลชันในเนือบด และช่วยในการอุ้มน้ำ จากการศึกษาของ Bedin et al. (2018) พบว่า ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบไส้กรอกอิตาลี คาราจีแนนสามารถทำหน้าที่ในการเป็นสารเพิ่มความข้นหนืด สารรักษาความเสถียรของระบบอิมัลชัน สารในการขึ้นโครงสร้างเป็นเจล และสารให้ความคงตัวได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารตัวอื่นๆที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เนือบดจากพืช โดยอ้างอิงสูตรจากงานวิจัยของ Bedin et al. (2018)

งานวิจัยของ Bedin et al. (2018)		ผลิตภัณฑ์เนือบดจากพืช				
องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)	องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)			
Wheat gluten	20.4	Pea Protein Isolate	8.0			
น้ำ	66.4	น้ำ	62.0			
K-carrageenan	4.7	K-carrageenan	2.0			
Bamboo fiber	6.9	แป้งข้าวเหนียว/แป้งข้าวเจ้า/ แป้งมันสำปะหลัง	8	12	16	20
แป้งข้าวโพดตัดแปรร	5.4	น้ำมัน	14	10	6	2

ที่มา : Baiden et al., 2018

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผงโปรตีนสกัดจากถั่ว (Pea Protein Isolate)

3.1.2 น้ำมันดอกคาโนลา ยี่ห้อโกลเด้นดรอป

3.1.3 น้ำมันรำข้าว ยี่ห้ออัลฟาวัน

3.1.4 คาราจีแนน

3.1.5 แป้งข้าวเหนียว

3.1.6 แป้งข้าวเจ้า

3.1.7 แป้งมันสำปะหลัง

3.1.8 น้ำ

3.1.9 ใส้กรอกสโมคพอร์ค ยี่ห้อปลั๊กกี้

3.1.10 ผงกระเทียม

3.1.12 พริกไทยดำป่น

3.1.12 รากผักชีป่น

3.1.13 ใส้เทียมคอลลาเจน



## 3.2 เครื่องมือ

3.2.1 เครื่องตีผสม ตรา kitchen aid

3.2.2 ตู้อบลมร้อน

3.2.3 Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i

3.2.4 Konica Minolta Color Analysis

## 3.3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

3.3.1 การหาสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

นำผงโปรตีนสกัดจากถั่ว มาใส่ทดแทนแป้งข้าวสาลี (Wheat Gluten) ในปริมาณตามสูตรที่ดีที่สุดจากงานวิจัยของ Bedin et al. (2018) โดยทำการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำจากสูตรให้มีปริมาณลดลง และทดแทนด้วยปริมาณน้ำมันทั้ง 2 ชนิด ในอัตราส่วนของน้ำมันคาโนลา: น้ำมันรำข้าว เท่ากับ 1:1 เพื่อให้ได้กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลากหลายชนิดในผลิตภัณฑ์เนื้อ เริ่มจากการปรับส่วนประกอบตามสูตร ดังนี้

- ปรับ Wheat Gluten 20.4% ให้เป็นโปรตีนสกัดจากถั่ว 8.0%
- ปรับน้ำ 66.4% ให้เป็นน้ำ 62.0% และน้ำมันทั้ง 3 ชนิดอีก 14.0, 10.0, 6.0 และ 2.0% ขึ้นกับปริมาณแป้งข้าวเหนียวที่ใช้ในสูตร

อีกทั้งสูตรจากงานวิจัยของ Bedin et al. (2018) มีการใส่สตาร์ชข้าวโพดดัดแปร (Modified Corn Starch) เพื่อเพิ่มความหนืดและเพิ่มความสามารถในการจับตัวกันของผลิตภัณฑ์เนื้อ ดังนั้นจึงมีการปรับสูตรมาใส่แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลังเป็นการทดแทน เพื่อให้เนื้อสัมผัสมีความเหนียวและก่อดำเนินมากขึ้น โดยจากสูตรมีปริมาณสตาร์ชข้าวโพดดัดแปรเท่ากับ 5.4% จะปรับเป็นแป้งทั้ง 3 ชนิดในปริมาณ 8, 12, 16 และ 20%

3.3.4 แผนการทดลอง

ใช้การทดลองแบบ CRD เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถสุ่มสิ่งทดลองลงในหน่วยทดลองได้อย่างสมบูรณ์ โดยในขั้นตอนแรกจะทำการศึกษาผลของชนิดและปริมาณแป้งที่ใส่ในตัวอย่างเพื่อตัวอย่างที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด จากนั้นจึงทำการศึกษาผลของเวลาตีผสมต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง

### 3.3.5 วิธีการทดลอง

#### 3.3.5.1 เตรียมเจลถั่ว

1. ชั่ง Pea protein isolate 66 กรัม และ เกลือ 3 กรัม ผสมลงในน้ำ 340 มิลลิลิตร
2. ต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 15 นาที

#### 3.3.5.2 ศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณแป้งทั้ง 3 ชนิด

1. ใส่เจลถั่ว 40 กรัม ผงคาราจีแนน 2 กรัม พริกไทยดำป่น 1 กรัม ผงปรุงรสกลิ่นหมู 1 กรัม และ น้ำ 31 กรัม ตีผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที
2. ใส่น้ำมันคาโนลา: น้ำมันรำข้าว ในอัตราส่วน 1:1 (14, 10, 6 และ 2 กรัม ตามปัจจัยที่ต้องการศึกษา) ตีผสมเป็นเวลา 2 นาที
3. แป้งมันข้าวเหนียว หรือแป้งข้าวเจ้า หรือแป้งมันสำปะหลัง (8, 12, 16 และ 20 กรัม ตามปัจจัยที่ต้องการศึกษา) ตีผสมเป็นเวลา 3 นาที
4. ผสมส่วนผสมให้เข้ากันด้วยไม้พาย แล้วทำการตีผสมต่อเป็นเวลา 3 นาที
5. นำส่วนผสมที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วบรรจุใส่ในไส้คอลลาเจน
6. นำไส้กรอกที่ได้ไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที

#### 3.3.5.3. ศึกษาผลของเวลาตีผสม

1. ใส่เจลถั่ว 40 กรัม ผงคาราจีแนน 2 กรัม พริกไทยดำป่น 1 กรัม ผงปรุงรสกลิ่นหมู 1 และน้ำ 31 กรัม ตีผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 2 นาที
2. ใส่น้ำมันคาโนลา: น้ำมันรำข้าว ในอัตราส่วน 1:1 10 กรัม ตีผสมเป็นเวลา 2 นาที
3. แป้งข้าวเหนียว 12 กรัม ที่เวลาตีผสม 6, 16 และ 26 นาที ตามปัจจัยที่ทำการศึกษา โดยจะหยุดการตีเพื่อผสมส่วนผสมด้วยไม้พายทุก 3 นาที
4. นำส่วนผสมที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วบรรจุใส่ในไส้คอลลาเจน
5. นำไส้กรอกที่ได้ไปนึ่งเป็นเวลา 10 นาที

#### 3.3.5.4 วัดลักษณะทางเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA-XT2i

#### 3.3.5.5 คำนวณค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS รุ่น 22 และคำนวณความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยวิธี LSD

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 4.1 ผลการวิจัย

##### 4.1.1 อิทธิพลของชนิดและปริมาณของแป้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า Firmness Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเจ้า

ค่าที่วัด	Control	ปริมาณแป้งข้าวเจ้า (%)			
		8	12	16	20
Firmness (N/mm)	3.850 ± 0.882 <sup>a</sup>	1.985 ± 0.052 <sup>b</sup>	2.339 ± 0.105 <sup>b</sup>	1.947 ± 0.136 <sup>b</sup>	2.178 ± 0.206 <sup>b</sup>
Toughness (N/mm s)	27.984 ± 2.667 <sup>a</sup>	16.343 ± 0.046 <sup>f</sup>	16.910 ± 1.209 <sup>ef</sup>	17.633 ± 1.029 <sup>def</sup>	17.872 ± 0.835 <sup>def</sup>
Hardness (g-force)	5921.735 ± 1023.504 <sup>bc</sup>	3735.124 ± 435.989 <sup>efg</sup>	4502.602 ± 462.268 <sup>de</sup>	6386.668 ± 420.830 <sup>b</sup>	9828.552 ± 642.426 <sup>a</sup>
Adhesiveness (g sec)	0.247 ± 0.201 <sup>a</sup>	16.567 ± 6.538 <sup>a</sup>	5.662 ± 2.315 <sup>a</sup>	88.358 ± 19.639 <sup>b</sup>	66.600 ± 29.846 <sup>b</sup>
Springiness	0.896 ± 0.009 <sup>a</sup>	0.747 ± 0.021 <sup>h</sup>	0.723 ± 0.034 <sup>h</sup>	0.807 ± 0.041 <sup>fg</sup>	0.834 ± 0.046 <sup>defg</sup>
Cohesiveness	0.467 ± 0.050 <sup>f</sup>	0.433 ± 0.033 <sup>f</sup>	0.349 ± 0.013 <sup>s</sup>	0.562 ± 0.022 <sup>bcd</sup>	0.647 ± 0.054 <sup>a</sup>
Chewiness (g-force)	2486.993 ± 558.857 <sup>bc</sup>	1240.541 ± 267.971 <sup>de</sup>	1136.939 ± 125.064 <sup>e</sup>	2887.884 ± 166.811 <sup>b</sup>	5260.079 ± 248.817 <sup>a</sup>

a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าในตารางแสดงถึง ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้จากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Firmness Toughness, Hardness, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งมันสำปะหลัง

ค่าที่วัด	Control	ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (%)			
		8	12	16	20
Firmness (N/mm)	3.850 ± 0.882 <sup>a</sup>	2.311 ± 0.097 <sup>b</sup>	2.243 ± 0.148 <sup>b</sup>	2.058 ± 0.022 <sup>b</sup>	2.229 ± 0.116 <sup>b</sup>
Toughness (N/mm s)	27.984 ± 2.667 <sup>a</sup>	19.927 ± 1.779 <sup>bcd</sup>	19.131 ± 0.495 <sup>cde</sup>	17.493 ± 0.169 <sup>def</sup>	19.747 ± 0.821 <sup>bcd</sup>
Hardness (g-force)	5921.735 ± 1023.504 <sup>bc</sup>	4051.657 ± 19.037 <sup>ef</sup>	4123.389 ± 654.160 <sup>ef</sup>	5111.338 ± 216.338 <sup>cd</sup>	5350.166 ± 229.852 <sup>cd</sup>
Adhesiveness (g sec)	0.247 ± 0.201 <sup>a</sup>	66.352 ± 5.261 <sup>b</sup>	99.619 ± 11.341 <sup>bc</sup>	144.081 ± 7.741 <sup>cd</sup>	390.977 ± 89.309 <sup>f</sup>
Springiness	0.896 ± 0.009 <sup>a</sup>	0.844 ± 0.011 <sup>cdef</sup>	0.857 ± 0.009 <sup>bcde</sup>	0.890 ± 0.013 <sup>ab</sup>	0.873 ± 0.014 <sup>abcd</sup>
Cohesiveness	0.467 ± 0.050 <sup>f</sup>	0.501 ± 0.018 <sup>def</sup>	0.458 ± 0.030 <sup>f</sup>	0.624 ± 0.045 <sup>ab</sup>	0.581 ± 0.016 <sup>abc</sup>
Chewiness (g-force)	2486.993 ± 558.857 <sup>bc</sup>	1718.89 ± 43.796 <sup>cd</sup>	1620.339 ± 300.578 <sup>cde</sup>	2826.428 ± 152.481 <sup>b</sup>	2701.418 ± 43.332 <sup>b</sup>

a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

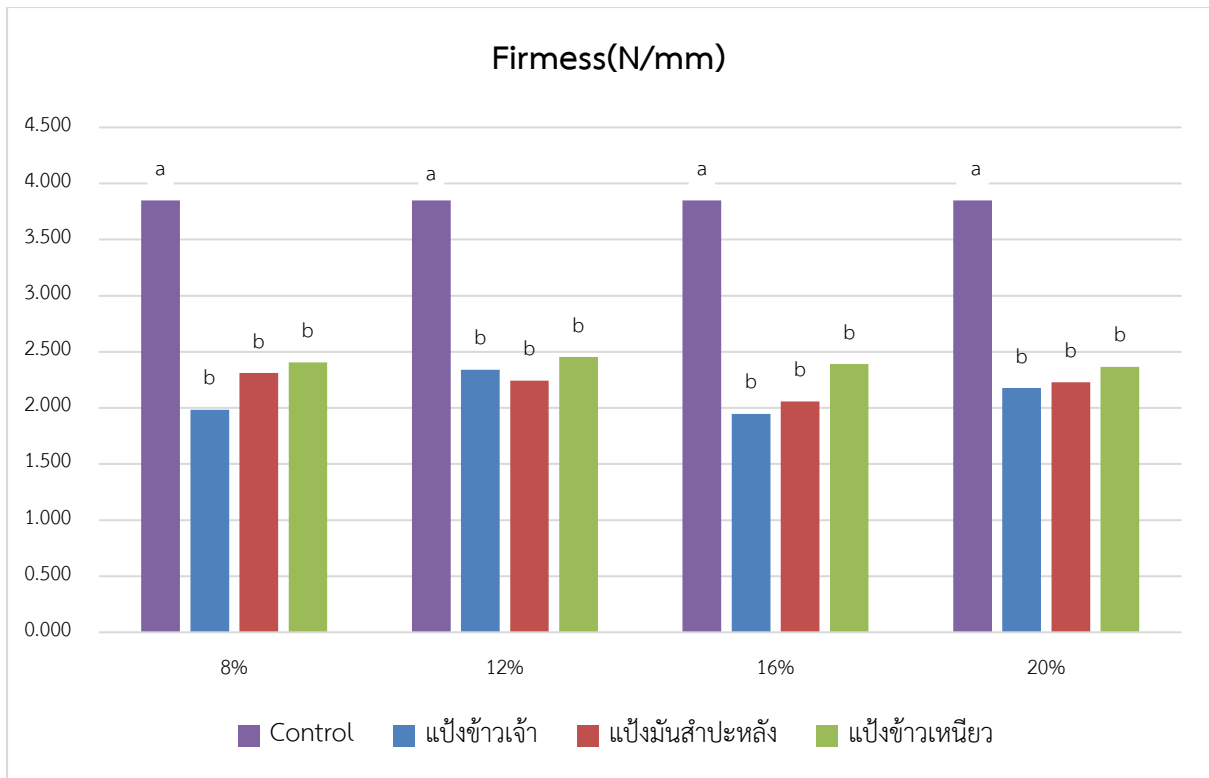
ค่าในตารางแสดงถึง ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้จากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า Firmness Toughness, Hardness, adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ chewiness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว

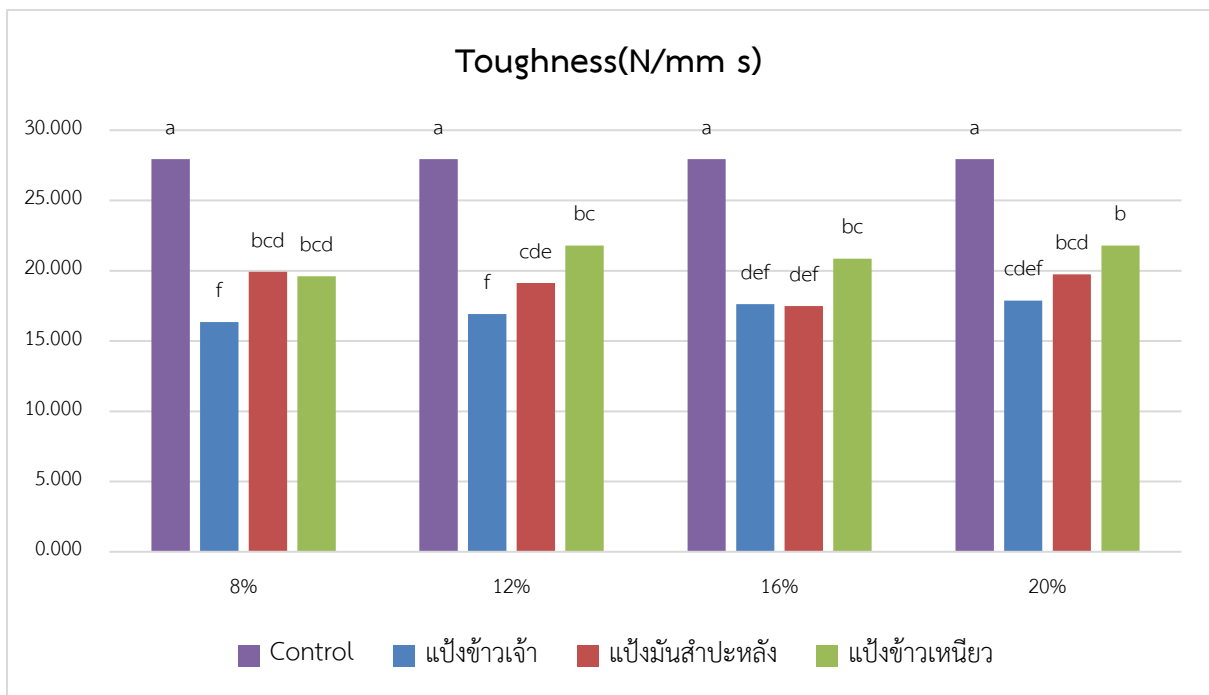
ค่าที่วัด	Control	ปริมาณแป้งข้าวเหนียว (%)			
		8	12	16	20
Firmness (N/mm)	3.850 ± 0.882 <sup>a</sup>	2.406 ± 0.096 <sup>b</sup>	2.454 ± 0.103 <sup>b</sup>	2.392 ± 0.164 <sup>b</sup>	2.367 ± 0.438 <sup>b</sup>
Toughness (N/mm s)	27.984 ± 2.667 <sup>a</sup>	19.606 ± 0.431 <sup>bcd</sup>	21.798 ± 0.608 <sup>bc</sup>	20.870 ± 0.807 <sup>bc</sup>	21.804 ± 2.317 <sup>b</sup>
Hardness (g-force)	5921.735 ± 1023.504 <sup>bc</sup>	2288.799 ± 46.181 <sup>h</sup>	3014.280 ± 165.248 <sup>gh</sup>	3273.564 ± 694.311 <sup>fg</sup>	3749.777 ± 387.591 <sup>efg</sup>
Adhesiveness (g sec)	0.247 ± 0.201 <sup>a</sup>	98.649 ± 2.590 <sup>bc</sup>	146.718 ± 17.632 <sup>cd</sup>	164.869 ± 32.005 <sup>d</sup>	264.350 ± 21.358 <sup>e</sup>
Springiness	0.896 ± 0.009 <sup>a</sup>	0.797 ± 0.036 <sup>g</sup>	0.883 ± 0.026 <sup>abc</sup>	0.868 ± 0.016 <sup>abcde</sup>	0.828 ± 0.015 <sup>efg</sup>
Cohesiveness	0.467 ± 0.050 <sup>f</sup>	0.464 ± 0.026 <sup>f</sup>	0.482 ± 0.045 <sup>ef</sup>	0.546 ± 0.074 <sup>ab</sup>	0.466 ± 0.082 <sup>abc</sup>
Chewiness (g-force)	2486.993 ± 558.857 <sup>bc</sup>	832.825 ± 91.303 <sup>e</sup>	1275.019 ± 71.019 <sup>de</sup>	1519.662 ± 119.076 <sup>cde</sup>	1446.069 ± 311.547 <sup>cde</sup>

a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

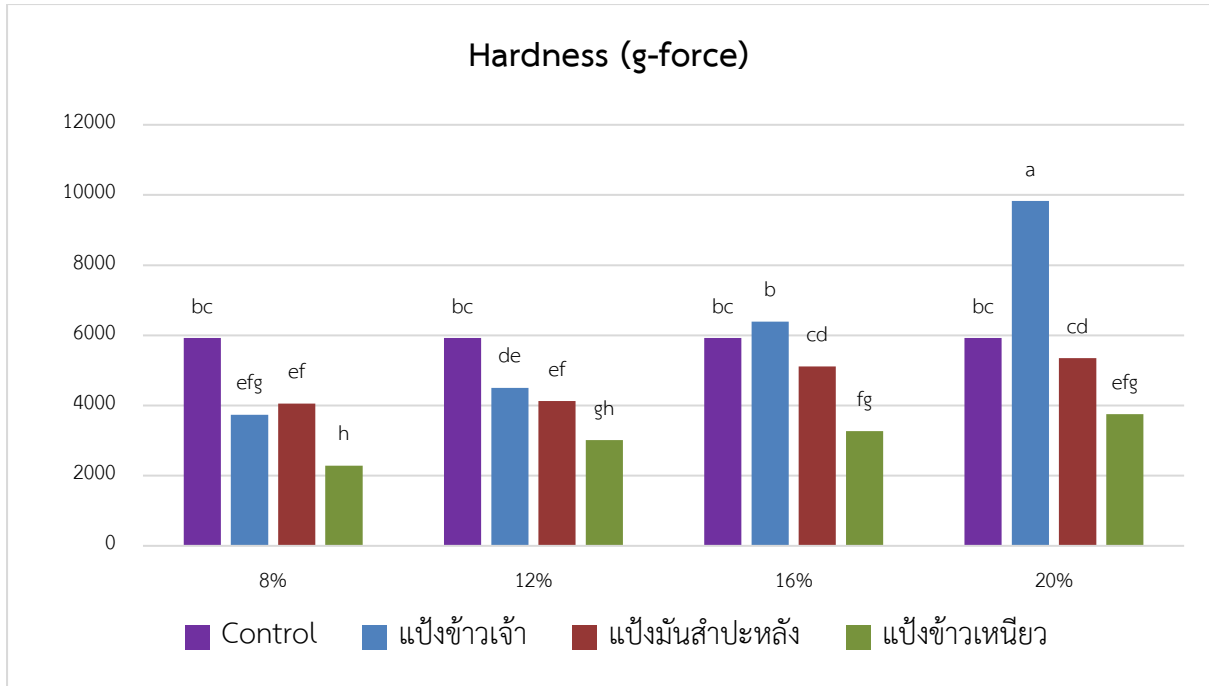
ค่าในตารางแสดงถึง ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้จากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ



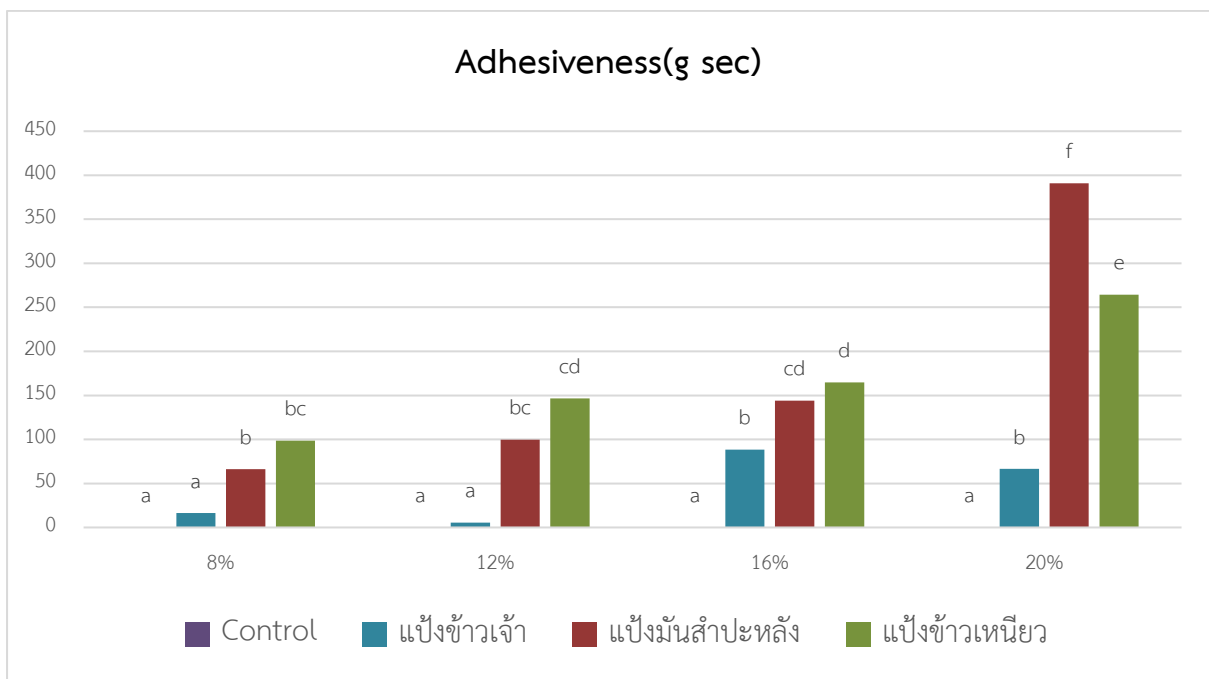
ภาพที่ 4.1 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Firmness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



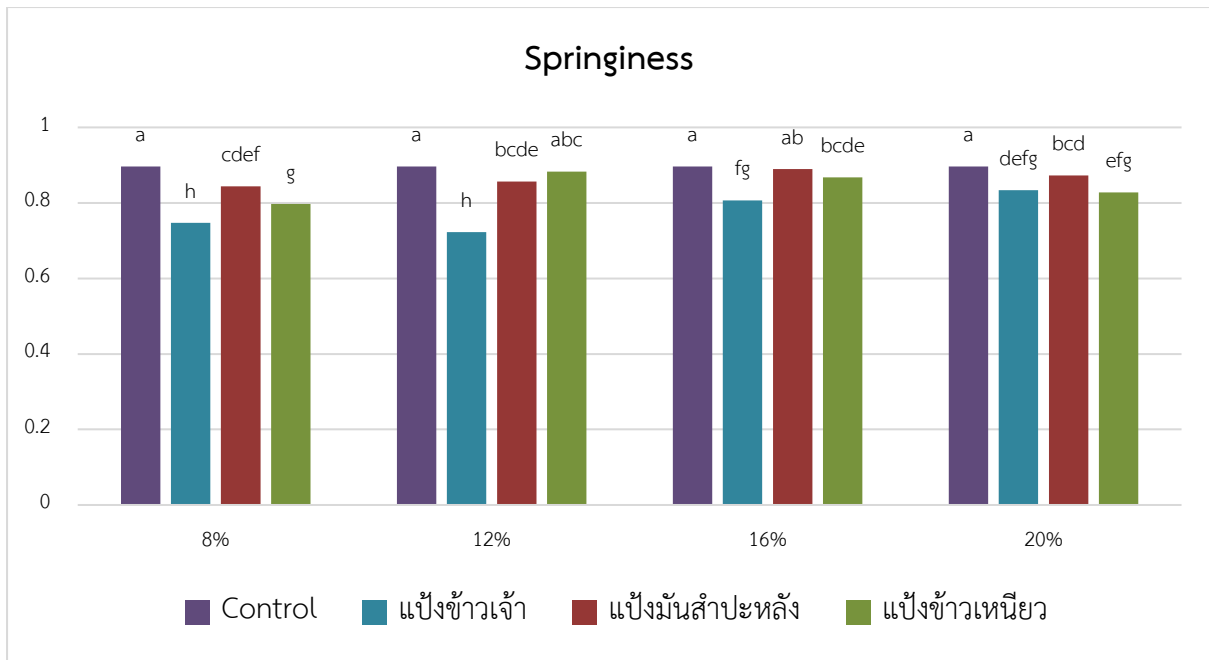
ภาพที่ 4.2 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Toughness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



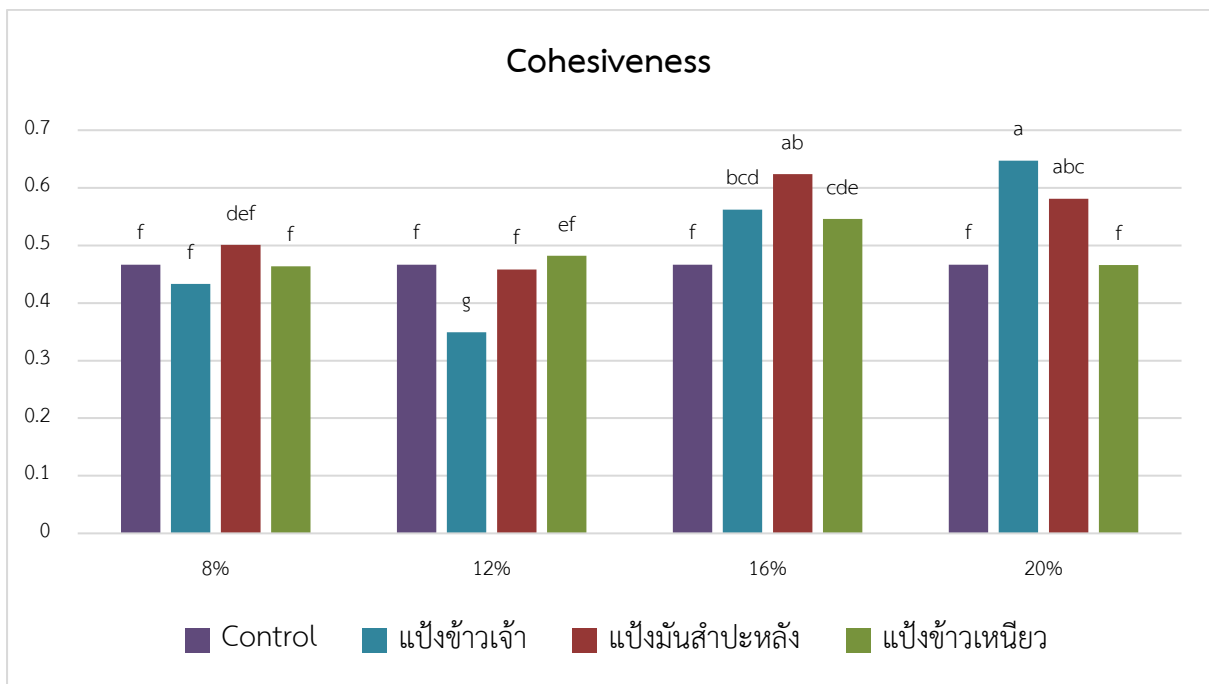
ภาพที่ 4.3 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Hardness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.4 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Adhesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

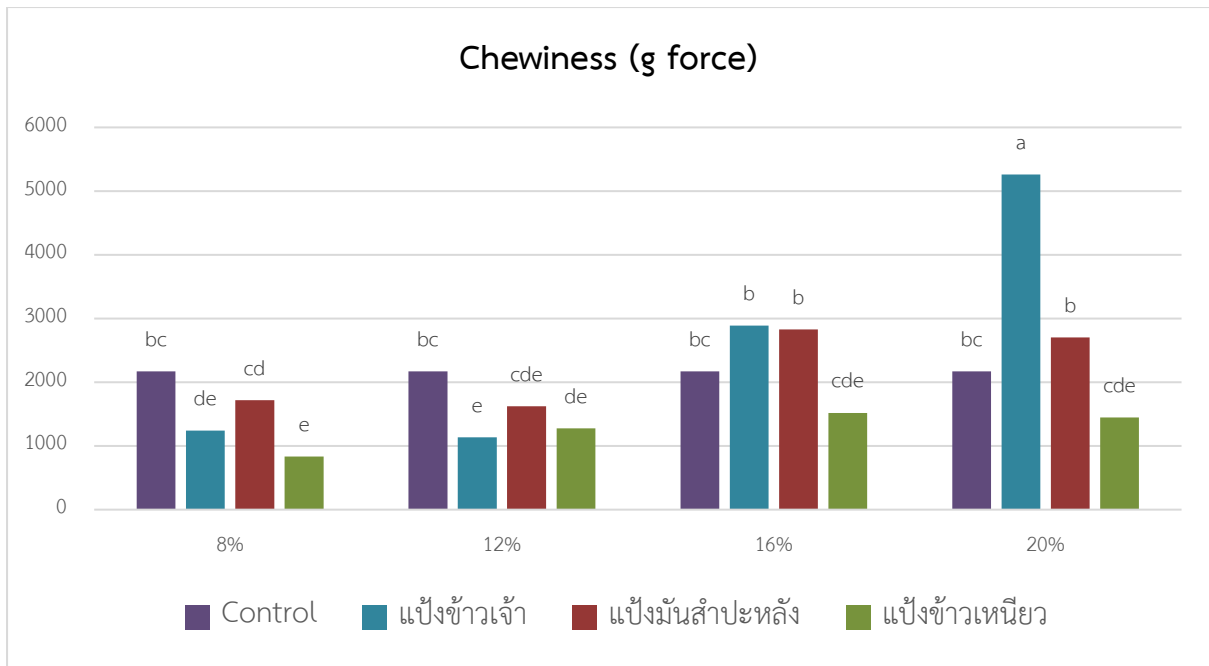


ภาพที่ 4.5 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Springiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.6 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Cohesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%





ภาพที่ 4.7 แสดงผลของปริมาณและชนิดของแป้งต่อค่า Chewiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่มีการใส่แป้งข้าวเหนียวปริมาณ 12% จะส่งผลให้ตัวอย่างมีค่า Firmness ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด และค่า Springiness และ Cohesiveness ไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่า Toughness ของตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว 20% มีค่าสูงที่สุด อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว 12% จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดและปริมาณของแป้ง จึงทำการสรุปว่า ตัวอย่างที่มีการใส่แป้งข้าวเหนียวปริมาณ 12% เป็นสถานะที่เหมาะสมที่นำมาทำการศึกษาอิทธิพลของเวลาตีผสมในตอนต่อไป

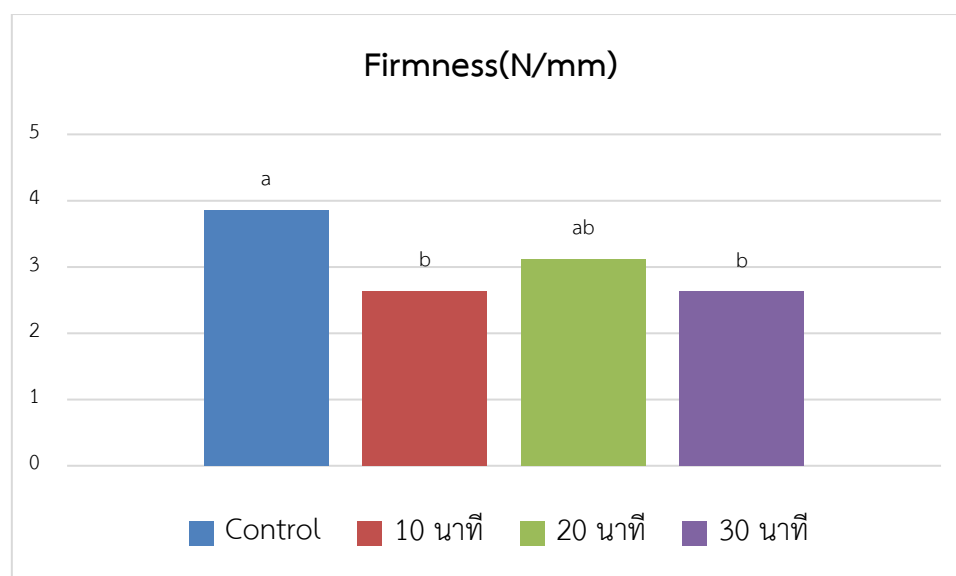
#### 4.1.2 อิทธิพลของเวลาตีผสม

ใช้ตัวอย่างที่ใส่ แป้งข้าวเหนียว 12% เป็นตัวอย่างในการศึกษาอิทธิพลของเวลาตีผสม

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า Firmness, Toughness, Hardness, adhesiveness, Springiness, Cohesiveness และ chewiness ของตัวอย่างที่เวลาตีผสมต่างๆ

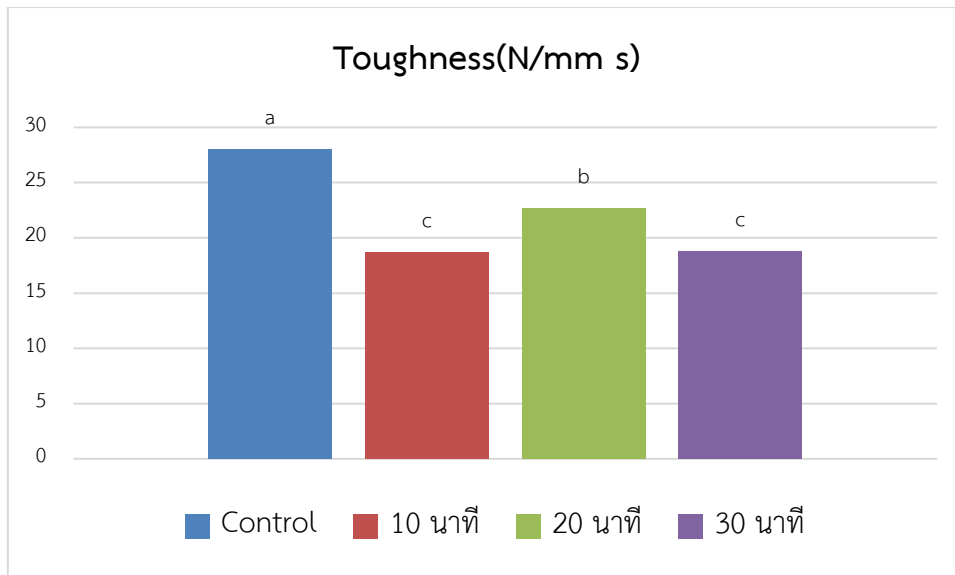
ค่าที่วัด	Control	เวลาที่ตี(นาที)		
		10	20	30
Firmness (N/mm)	3.850 ± 0.882 <sup>a</sup>	2.63 ± 0.189 <sup>b</sup>	3.111± 0.099 <sup>ab</sup>	2.626 ± 0.143 <sup>b</sup>
Toughness (N/mm s)	27.984 ± 2.667 <sup>a</sup>	18.725 ± 0.046 <sup>c</sup>	22.643 ± 2.268 <sup>b</sup>	18.802 ± 1.528 <sup>bc</sup>
Hardness (g-force)	5921.735± 1023.504 <sup>a</sup>	4538.166 ± 343.764 <sup>b</sup>	5820.947 ± 429.397 <sup>ab</sup>	5885.518 ± 210.388 <sup>a</sup>
Adhesiveness (g sec)	0.247 ± 0.201 <sup>a</sup>	33.47 ± 3.815 <sup>b</sup>	36.919 ± 7.394 <sup>b</sup>	41.992 ± 10.014 <sup>b</sup>
Springiness	0.896 ± 0.009 <sup>a</sup>	0.792 ± 0.018 <sup>c</sup>	0.823 ± 0.018 <sup>bc</sup>	0.838 ± 0.028 <sup>b</sup>
Cohesiveness	0.467 ± 0.050 <sup>a</sup>	0.402 ± 0.009 <sup>b</sup>	0.481± 0.004 <sup>a</sup>	0.526 ± 0.042 <sup>a</sup>
Chewiness(g-force)	2486.993 ± 558.857 <sup>a</sup>	1444.337 ± 75.493 <sup>b</sup>	2305.1267 ± 124.836 <sup>a</sup>	2590.661± 186.174 <sup>a</sup>

a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าในตารางแสดงถึง ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้จากการทำการทดลอง 3 ซ้ำ

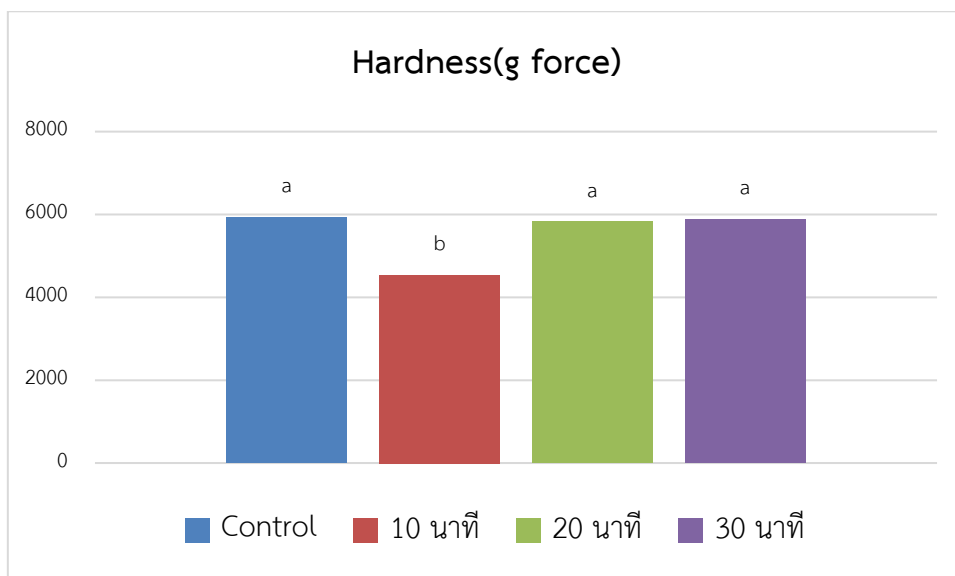


ภาพที่ 4.8 แสดงผลของเวลาตีผสมต่อค่า Firmness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่

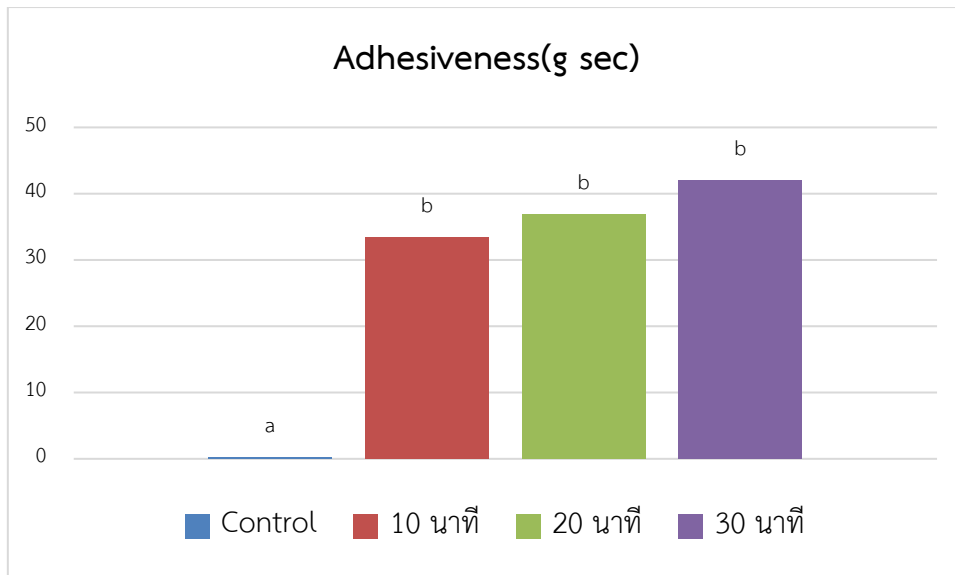
a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



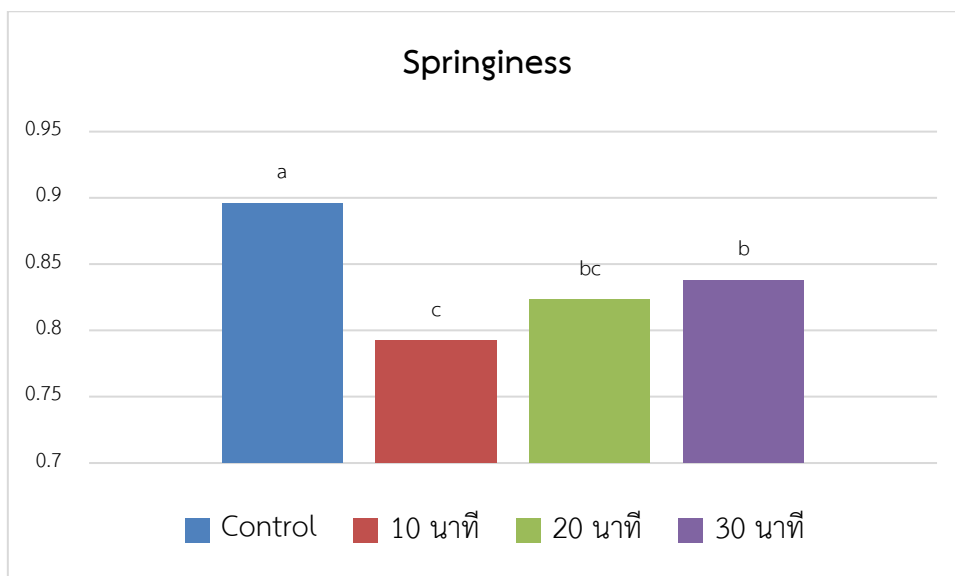
ภาพที่ 4.9 แสดงผลของเวลาที่ผสมต่อค่า Toughness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



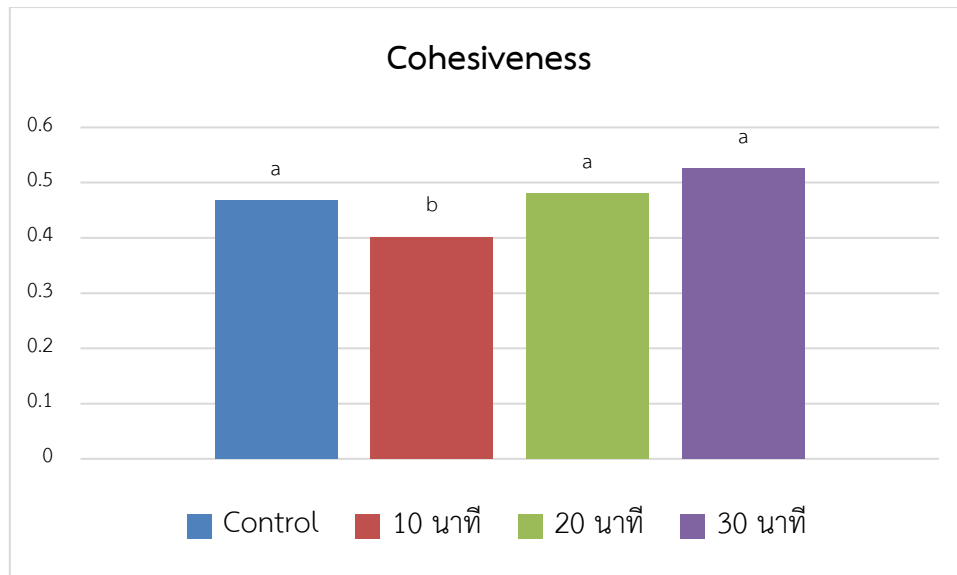
ภาพที่ 4.10 แสดงผลของเวลาที่ผสมต่อค่า Hardness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



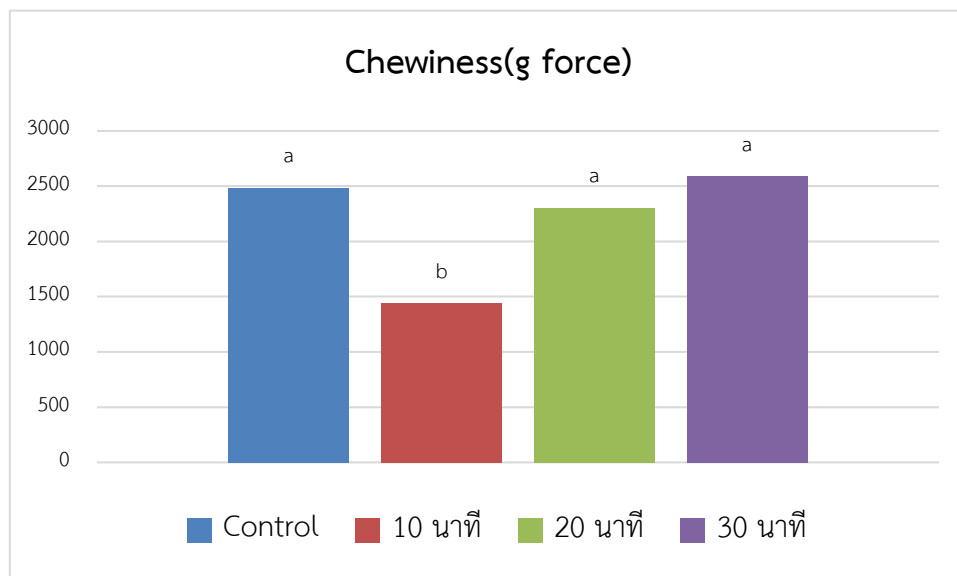
ภาพที่ 4.11 แสดงผลของเวลาตีผสมต่อค่า Adhesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.12 แสดงผลของเวลาตีผสมต่อค่า Springiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.13 แสดงผลของเวลาตีผสมต่อค่า Cohesiveness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.14 แสดงผลของเวลาตีผสมต่อค่า Chewiness ของตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยที่ a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## 4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของปริมาณแป้งข้าวเหนียวพบว่า ตัวอย่างควบคุมจะให้ค่า firmness และ toughness มากกว่าตัวอย่างทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากโปรตีนถั่วมีความสามารถในการเกิดเจลที่ดีกว่าโปรตีนถั่วลันเตา (Ranadheera, 2000) ตัวอย่างที่มีแป้งข้าวเหนียว 12% จะให้ค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ แม้จะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจาก เมื่ออะมิโลเพกตินเกิดการเจลาติไนซ์และเย็นตัวลง จะส่งผลให้ตัวอย่างมีความเหนียวมากขึ้น (Chen และ Rosenthal, 2015) และจากการศึกษาค่า texture profile analysis (TPA) ของตัวอย่างพบว่า ตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเจ้า (มีปริมาณแอมิโลส 20-25%) และ แป้งมันสำปะหลัง (มีปริมาณแอมิโลส 17-18%) จะส่งผลให้ค่า hardness, cohesiveness และ chewiness ของตัวอย่างมากกว่าตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว โดยตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเจ้า 20% จะให้ค่ามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhong และคณะ, 2018 และจากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ใส่แป้งข้าวเหนียว 12% มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด

จากการศึกษาอิทธิพลของเวลาตีผสมในตัวอย่างที่มีแป้งข้าวเหนียว 12% พบว่า ตัวอย่างควบคุมจะให้ค่าของทุกตัวแปรที่ทำการศึกษามากที่สุด ตามด้วยตัวอย่างที่ทำการตีเป็นเวลา 20 นาทีจะให้ค่า firmness และ toughness รองลงมา เนื่องจาก โครงสร้างของส่วนผสมจะเกิดการคลายตัวเมื่อถูกแรงกระทำและกระจายตัวดีขึ้น ส่งผลให้เกิดระบบอิมัลชันที่มีความเสถียร โดยโปรตีนถั่วลันเตาจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ แต่ถ้าตีนานเกินไป (30 นาที) จะส่งผลให้ระบบอิมัลชันเกิดการเสถียรภาพ โดยหยดน้ำมันอาจเกิดการรวมตัวกันกลายเป็นหยดน้ำมันที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ตัวอย่างที่มีการตีผสมเป็นเวลา 30 นาทีจะมีค่า firmness และ toughness น้อยกว่าตัวอย่างที่มีการตีเป็นเวลา 20 นาที ซึ่งสอดคล้องกับ Chung และคณะ, 2014 ที่กล่าวว่าระยะเวลาในการตีผสมมีผลต่อขนาดของหยดน้ำมัน ซึ่งจะส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบอิมัลชัน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากพืชที่มีปริมาณแป้งข้าวเหนียว 12% และตีผสมเป็นเวลา 20 นาทีเป็นสภาวะที่ดีที่สุด การทดลอง ซึ่งผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ได้มีลักษณะทางเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับไส้กรอกจริง ที่เป็นตัวอย่างควบคุมมากที่สุด

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเพิ่มตัวอย่างควบคุมเป็นไส้กรอกเจ เพื่อให้มีการเปรียบเทียบกับไส้กรอกประเภทเดียวกัน

5.2.2 การหาปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร และคำนวณค่าแคลอรี

5.2.3 การแปรค่าเวลาตีผสมที่ 15 และ 25 นาทีเพิ่มจากการทดลอง

5.2.4 ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ เพื่อดูการยอมรับของผู้บริโภค

## เอกสารอ้างอิง

Banana Blossom / หัวปลี. [Online]. Available from:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/6867/banana-blossom-หัวปลี>  
[2018, September 17]

Bedin, E., Torricelli, C., Gigliano, S., De Leo, R. and Pulvirenti A. (2018). Vegan food: Mimic meat products in the Italian market. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 13: 1-9

Chayon, G. and Rakhi, C. (2016). Chapter 14 – Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars.*: 317-335

Chen, J. and Rosenthal, A. (2015). 1 - Food texture and structure. *Modifying Food Texture Volume 1: Novel Ingredients and Processing Techniques.*: 3-24

Chung, C. and McClements, D.J. (2014). Structure-function relationships in food emulsions: improving food quality and sensory perception. *Food Structure*. 1: 106-126

Delgado, C.L., Narrod, C.A., Tiongo, M.M., Costalase, A., Mehta, R. and Naranong, V. (2008). Determinants and implications of the growing scale livestock farms in four fast-growing developing country. [<http://dx.doi.org/10.2944/9780896291669RR157>].

Encyclopedia of life and support systems. Meat science [Online]. Available from:

<http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/E5-15A-07.pdf> [2018, September 15]

Feng, Y., Cai, Y., Fu, X., Zheng, X. and Zhao, M. (2018). Comparison of aroma-active compounds in broiler broth and native chicken broth by aroma extract dilution analysis (AEDA), odor activity value (OAV) and omission experiment. *Food Chemistry*. 265: 274-280

Fiber Detox. [Online]. 2017. Available from: <http://www.gellove.com/food/fiber-detox/>  
[2018, September 17]

Food wiki. Functional food [Online]. Available from:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0878/functional-food-%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9F%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%8A%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%A5> [2018, September 15]



Food wiki. Sausage [Online] Available from:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1136/sausage-ไส้กรอก> [2019, May 22]

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. and Empio, G. (2013). Tackling Climate Change Through Livestock – A Global Assessment of Emission and Mitigation Opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Healthline. Should you removed carrageenan from your diet [Online] Available from:

<https://www.healthline.com/health/food-nutrition/carrageenan#takeaway> [2018, November 11]

Kraithong, S., Lee, S. and Rawdkuen, S. (2017). Physicochemical and functional properties of Thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*. 79: 259-266

Now Foods, Sports, Pea Protein, Natural Unflavored, 2 lbs (907 g) [Online]. 2018. Available from: <https://www.iherb.com/pr/Now-Foods-Sports-Pea-Protein-Natural-Unflavored-2-lbs-907-g/9858> [2018, September 17]

Protein and amino acid requirements in human nutrition. [Online]. 2018. Available from:

[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43411/WHO\\_TRS\\_935\\_eng.pdf;jsessionid=A8F33CDA36DCDAA7E7E6DDE47E8540AD?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf;jsessionid=A8F33CDA36DCDAA7E7E6DDE47E8540AD?sequence=1) [2018, September 17]

Pubchem. Kappa-carrageenan [Online]. Available from:

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/kappa-Carrageenan#section=CAS> [2018, November 11]

Ranadheera, T. (2000). Enhanced gelation of field pea proteins through formation of multicomponent systems using various polysaccharides. Thesis of Graduate studies The University of Manitoba.: 10-11

Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A. and Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food application. *Carbohydrate polymers*. 147:444-454

USDA. Basic Report: 04037, Oil, Rice Bran [Online]. 2018. Available from:

<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/04037?fgcd=&manu=&format=&count=&m>

ax=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=rice+bran+oil&ds=SR&qt=&qp=&q  
=&qn=&q=&ing= [2018, September 17]

USDA. Basic Report: 04582, Oil, Canola [Online]. 2018. Available from:

[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/04582?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=  
&lfacet=&count=&max=25&sort=default&qlookup=canola+oil&offset=&format=Full&n  
ew=&measureby=&Qv=1&ds=SR&qt=&qp=&q=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/04582?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=25&sort=default&qlookup=canola+oil&offset=&format=Full&n<br/>ew=&measureby=&Qv=1&ds=SR&qt=&qp=&q=&qn=&q=&ing=) [2018, September 17]

USDA. Basic report: 07074, Sausage, smoked link sausage, pork [Online]. 2018. Available from:

[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/07074?fgcd=&manu=&format=&count=&m  
ax=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=smoked+pork+sausage&ds=SR&qt=  
&qp=&q=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/07074?fgcd=&manu=&format=&count=&m<br/>ax=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=smoked+pork+sausage&ds=SR&qt=<br/>&qp=&q=&qn=&q=&ing=)

Vamadevan, V. and Betoft, E. (2018). Impact of different structural types of amylopectin on retrogradation. *Food Hydrocolloids*. 80: 88-96

Zareian, M., Bohner, N., Loos, M.H., Silcock, P., Bremer, P. and Beauchamp, J. (2018). Evaluation of organic compound release in modified atmosphere-packaged minced raw pork in relation to shelf-life. *Food Packaging and shelf life*. 18: 51-61

Zhong, Y., Zhu, H., Liang, W., Li, X., Liu, L., Zhang, X., Yue, H., Xue, J., Liu, X. and Guo, D. (2018). High-amylose starch as a new ingredient to balance nutrition and texture of food. *Journal of Cereal Science*. 81: 8-14

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหาร

## ภาคผนวก ก.

### วิธีการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหาร

#### ก1. การวิเคราะห์ค่า Firmness และ Toughness

##### อุปกรณ์

1. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)(Stable Micro system, รุ่น TA.XT2i, UK)
2. หัววัดชุดใบมีด HDV/WBV

##### วิธีการวิเคราะห์

1. ประกอบหัววัดเข้ากับเครื่องวัดเนื้อสัมผัส
2. Calibrate force โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 1,000 กรัม
3. Calibrate height โดยตั้งระยะหัววัดให้ห่างจากพื้นวางตัวอย่าง 40 มิลลิเมตร
4. เลือกรูปแบบการวิเคราะห์แบบ Return to start และตั้งค่ารายละเอียดดังต่อไปนี้

Mode : Measure for compression

Option : Return to start

Pre-test speed : 1.50mm/sec

Test-speed : 1.50mm/sec

Post-test speed : 10.00mm/sec

Distance : 30.00mm

Trigger-type : Auto force 40 gram

Tare mode : Auto

Data acquisition rate : 200pps

5. วางตัวอย่างใส่กรอกบนชุดใบมีดจากนั้นกด Start เพื่อเริ่มวัดค่า

#### ก2. การวิเคราะห์ค่า Texture Profile Analysis (TPA)

##### อุปกรณ์

1. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)(Stable Micro system, รุ่น TA.XT2i, UK)
2. หัววัด Rounded End probes P/100 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.00 เซนติเมตร

## วิธีการวิเคราะห์

1. ประกอบหัววัดเข้ากับเครื่องวัดเนื้อสัมผัส
2. Calibrate force โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 1,000 กรัม
3. Calibrate Height โดยตั้งระยะหัววัดให้ห่างจากแท่นวางตัวอย่าง 40 มิลลิเมตร
4. เลือกรูปแบบการวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis(TPA) และตั้งค่ารายละเอียดดังต่อไปนี้

Mode : Measure for compression

Option : Texture Profile Analysis(TPA)

Pre-test speed : 2.00mm/sec

Test-speed : 2.00mm/sec

Post-test speed : 5.00mm/sec

Strain : 50%

Trigger-type : Auto force 5 gram

5. วางตัวอย่างใส่กรอกบนแท่นตัวอย่างครั้งละ 1 ชิ้น โดยตัดให้มีความยาว 2 เซนติเมตร ให้ตัวอย่างอยู่ตรงกลางของหัววัดจากนั้นกด Start เพื่อเริ่มวัดค่า

ภาคผนวก ข.

ผลวิเคราะห์ทางสถิติ

ภาคผนวก ข

ผลวิเคราะห์ทางสถิติ

โดยโปรแกรม IBM SPSS version 22 Statistic

1. อธิพจน์ของชนิดและปริมาณของแป้ง

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Firmness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	1.3955 <sup>+</sup>	.27931	.000	.8242	1.9668
	GR16	1.4575 <sup>+</sup>	.27931	.000	.8862	2.0288
	GR20	1.3498 <sup>+</sup>	.27931	.000	.7786	1.9211
	GR8	1.4435 <sup>+</sup>	.27931	.000	.8722	2.0148
	R12	1.5105 <sup>+</sup>	.27931	.000	.9392	2.0818
	R16	1.9025 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.3312	2.4738
	R20	1.6715 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.1002	2.2428
	R8	1.8650 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.2937	2.4363
	T12	1.6065 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.0352	2.1778
	T16	1.7918 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.2206	2.3631
	T20	1.6202 <sup>+</sup>	.27931	.000	1.0489	2.1914
T8	1.5382 <sup>+</sup>	.27931	.000	.9669	2.1094	
GR12	Control	-1.3955 <sup>+</sup>	.27931	.000	-1.9668	-.8242
	GR16	.0620	.32252	.849	-.5976	.7216
	GR20	-.0457	.32252	.888	-.7053	.6140
	GR8	.0480	.32252	.883	-.6116	.7076
	R12	.1150	.32252	.724	-.5446	.7746
	R16	.5070	.32252	.127	-.1526	1.1666
	R20	.2760	.32252	.399	-.3836	.9356
	R8	.4695	.32252	.156	-.1901	1.1291
	T12	.2110	.32252	.518	-.4486	.8706
	T16	.3963	.32252	.229	-.2633	1.0560
	T20	.2247	.32252	.492	-.4350	.8843
T8	.1427	.32252	.662	-.5170	.8023	
GR16	Control	-1.4575 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.0288	-.8862
	GR12	-.0620	.32252	.849	-.7216	.5976
	GR20	-.1077	.32252	.741	-.7673	.5520



	GR8	-.0140	.32252	.966	-.6736	.6456
	R12	.0530	.32252	.871	-.6066	.7126
	R16	.4450	.32252	.178	-.2146	1.1046
	R20	.2140	.32252	.512	-.4456	.8736
	R8	.4075	.32252	.216	-.2521	1.0671
	T12	.1490	.32252	.648	-.5106	.8086
	T16	.3343	.32252	.308	-.3253	.9940
	T20	.1627	.32252	.618	-.4970	.8223
	T8	.0807	.32252	.804	-.5790	.7403
GR20	Control	-1.3498 <sup>+</sup>	.27931	.000	-1.9211	-.7786
	GR12	.0457	.32252	.888	-.6140	.7053
	GR16	.1077	.32252	.741	-.5520	.7673
	GR8	.0937	.32252	.774	-.5660	.7533
	R12	.1607	.32252	.622	-.4990	.8203
	R16	.5527	.32252	.097	-.1070	1.2123
	R20	.3217	.32252	.327	-.3380	.9813
	R8	.5152	.32252	.121	-.1445	1.1748
	T12	.2567	.32252	.433	-.4030	.9163
	T16	.4420	.32252	.181	-.2176	1.1016
	T20	.2703	.32252	.409	-.3893	.9300
	T8	.1883	.32252	.564	-.4713	.8480
GR8	Control	-1.4435 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.0148	-.8722
	GR12	-.0480	.32252	.883	-.7076	.6116
	GR16	.0140	.32252	.966	-.6456	.6736
	GR20	-.0937	.32252	.774	-.7533	.5660
	R12	.0670	.32252	.837	-.5926	.7266
	R16	.4590	.32252	.165	-.2006	1.1186
	R20	.2280	.32252	.485	-.4316	.8876
	R8	.4215	.32252	.202	-.2381	1.0811
	T12	.1630	.32252	.617	-.4966	.8226
	T16	.3483	.32252	.289	-.3113	1.0080
	T20	.1767	.32252	.588	-.4830	.8363
	T8	.0947	.32252	.771	-.5650	.7543
R12	Control	-1.5105 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.0818	-.9392
	GR12	-.1150	.32252	.724	-.7746	.5446
	GR16	-.0530	.32252	.871	-.7126	.6066
	GR20	-.1607	.32252	.622	-.8203	.4990
	GR8	-.0670	.32252	.837	-.7266	.5926
	R16	.3920	.32252	.234	-.2676	1.0516
	R20	.1610	.32252	.621	-.4986	.8206
	R8	.3545	.32252	.281	-.3051	1.0141

	T12	.0960	.32252	.768	-.5636	.7556
	T16	.2813	.32252	.390	-.3783	.9410
	T20	.1097	.32252	.736	-.5500	.7693
	T8	.0277	.32252	.932	-.6320	.6873
R16	Control	-1.9025 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.4738	-1.3312
	GR12	-.5070	.32252	.127	-1.1666	.1526
	GR16	-.4450	.32252	.178	-1.1046	.2146
	GR20	-.5527	.32252	.097	-1.2123	.1070
	GR8	-.4590	.32252	.165	-1.1186	.2006
	R12	-.3920	.32252	.234	-1.0516	.2676
	R20	-.2310	.32252	.480	-.8906	.4286
	R8	-.0375	.32252	.908	-.6971	.6221
	T12	-.2960	.32252	.366	-.9556	.3636
	T16	-.1107	.32252	.734	-.7703	.5490
	T20	-.2823	.32252	.389	-.9420	.3773
	T8	-.3643	.32252	.268	-1.0240	.2953
R20	Control	-1.6715 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.2428	-1.1002
	GR12	-.2760	.32252	.399	-.9356	.3836
	GR16	-.2140	.32252	.512	-.8736	.4456
	GR20	-.3217	.32252	.327	-.9813	.3380
	GR8	-.2280	.32252	.485	-.8876	.4316
	R12	-.1610	.32252	.621	-.8206	.4986
	R16	.2310	.32252	.480	-.4286	.8906
	R8	.1935	.32252	.553	-.4661	.8531
	T12	-.0650	.32252	.842	-.7246	.5946
	T16	.1203	.32252	.712	-.5393	.7800
	T20	-.0513	.32252	.875	-.7110	.6083
	T8	-.1333	.32252	.682	-.7930	.5263
R8	Control	-1.8650 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.4363	-1.2937
	GR12	-.4695	.32252	.156	-1.1291	.1901
	GR16	-.4075	.32252	.216	-1.0671	.2521
	GR20	-.5152	.32252	.121	-1.1748	.1445
	GR8	-.4215	.32252	.202	-1.0811	.2381
	R12	-.3545	.32252	.281	-1.0141	.3051
	R16	.0375	.32252	.908	-.6221	.6971
	R20	-.1935	.32252	.553	-.8531	.4661
	T12	-.2585	.32252	.429	-.9181	.4011
	T16	-.0732	.32252	.822	-.7328	.5865
	T20	-.2448	.32252	.454	-.9045	.4148
	T8	-.3268	.32252	.319	-.9865	.3328
T12	Control	-1.6065 <sup>+</sup>	.27931	.000	-2.1778	-1.0352

	GR12	-.2110	.32252	.518	-.8706	.4486
	GR16	-.1490	.32252	.648	-.8086	.5106
	GR20	-.2567	.32252	.433	-.9163	.4030
	GR8	-.1630	.32252	.617	-.8226	.4966
	R12	-.0960	.32252	.768	-.7556	.5636
	R16	.2960	.32252	.366	-.3636	.9556
	R20	.0650	.32252	.842	-.5946	.7246
	R8	.2585	.32252	.429	-.4011	.9181
	T16	.1853	.32252	.570	-.4743	.8450
	T20	.0137	.32252	.966	-.6460	.6733
	T8	-.0683	.32252	.834	-.7280	.5913
T16	Control	-1.7918*	.27931	.000	-2.3631	-1.2206
	GR12	-.3963	.32252	.229	-1.0560	.2633
	GR16	-.3343	.32252	.308	-.9940	.3253
	GR20	-.4420	.32252	.181	-1.1016	.2176
	GR8	-.3483	.32252	.289	-1.0080	.3113
	R12	-.2813	.32252	.390	-.9410	.3783
	R16	.1107	.32252	.734	-.5490	.7703
	R20	-.1203	.32252	.712	-.7800	.5393
	R8	.0732	.32252	.822	-.5865	.7328
	T12	-.1853	.32252	.570	-.8450	.4743
	T20	-.1717	.32252	.599	-.8313	.4880
	T8	-.2537	.32252	.438	-.9133	.4060
T20	Control	-1.6202*	.27931	.000	-2.1914	-1.0489
	GR12	-.2247	.32252	.492	-.8843	.4350
	GR16	-.1627	.32252	.618	-.8223	.4970
	GR20	-.2703	.32252	.409	-.9300	.3893
	GR8	-.1767	.32252	.588	-.8363	.4830
	R12	-.1097	.32252	.736	-.7693	.5500
	R16	.2823	.32252	.389	-.3773	.9420
	R20	.0513	.32252	.875	-.6083	.7110
	R8	.2448	.32252	.454	-.4148	.9045
	T12	-.0137	.32252	.966	-.6733	.6460
	T16	.1717	.32252	.599	-.4880	.8313
	T8	-.0820	.32252	.801	-.7416	.5776
T8	Control	-1.5382*	.27931	.000	-2.1094	-.9669
	GR12	-.1427	.32252	.662	-.8023	.5170
	GR16	-.0807	.32252	.804	-.7403	.5790
	GR20	-.1883	.32252	.564	-.8480	.4713
	GR8	-.0947	.32252	.771	-.7543	.5650

R12	-.0277	.32252	.932	-.6873	.6320
R16	.3643	.32252	.268	-.2953	1.0240
R20	.1333	.32252	.682	-.5263	.7930
R8	.3268	.32252	.319	-.3328	.9865
T12	.0683	.32252	.834	-.5913	.7280
T16	.2537	.32252	.438	-.4060	.9133
T20	.0820	.32252	.801	-.5776	.7416

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .156.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Toughness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	6.1495*	1.13117	.000	3.8360	8.4630
	GR16	7.0775*	1.13117	.000	4.7640	9.3910
	GR20	6.1445*	1.13117	.000	3.8310	8.4580
	GR8	8.3415*	1.13117	.000	6.0280	10.6550
	R12	11.0382*	1.13117	.000	8.7247	13.3517
	R16	10.3148*	1.13117	.000	8.0013	12.6283
	R20	10.0765*	1.13117	.000	7.7630	12.3900
	R8	11.7495*	1.13117	.000	9.4360	14.0630
	T12	8.8168*	1.13117	.000	6.5033	11.1303
	T16	10.4548*	1.13117	.000	8.1413	12.7683
	T20	8.2005*	1.13117	.000	5.8870	10.5140
	T8	8.0212*	1.13117	.000	5.7077	10.3347
GR12	Control	-6.1495*	1.13117	.000	-8.4630	-3.8360
	GR16	.9280	1.30616	.483	-1.7434	3.5994
	GR20	-.0050	1.30616	.997	-2.6764	2.6664
	GR8	2.1920	1.30616	.104	-.4794	4.8634
	R12	4.8887*	1.30616	.001	2.2173	7.5601
	R16	4.1653*	1.30616	.003	1.4939	6.8367
	R20	3.9270*	1.30616	.005	1.2556	6.5984
	R8	5.6000*	1.30616	.000	2.9286	8.2714
	T12	2.6673	1.30616	.050	-.0041	5.3387
	T16	4.3053*	1.30616	.003	1.6339	6.9767
	T20	2.0510	1.30616	.127	-.6204	4.7224
	T8	1.8717	1.30616	.163	-.7997	4.5431

GR16	Control	-7.0775*	1.13117	.000	-9.3910	-4.7640
	GR12	-.9280	1.30616	.483	-3.5994	1.7434
	GR20	-.9330	1.30616	.481	-3.6044	1.7384
	GR8	1.2640	1.30616	.341	-1.4074	3.9354
	R12	3.9607*	1.30616	.005	1.2893	6.6321
	R16	3.2373*	1.30616	.019	.5659	5.9087
	R20	2.9990*	1.30616	.029	.3276	5.6704
	R8	4.6720*	1.30616	.001	2.0006	7.3434
	T12	1.7393	1.30616	.193	-.9321	4.4107
	T16	3.3773*	1.30616	.015	.7059	6.0487
	T20	1.1230	1.30616	.397	-1.5484	3.7944
	T8	.9437	1.30616	.476	-1.7277	3.6151
GR20	Control	-6.1445*	1.13117	.000	-8.4580	-3.8310
	GR12	.0050	1.30616	.997	-2.6664	2.6764
	GR16	.9330	1.30616	.481	-1.7384	3.6044
	GR8	2.1970	1.30616	.103	-.4744	4.8684
	R12	4.8937*	1.30616	.001	2.2223	7.5651
	R16	4.1703*	1.30616	.003	1.4989	6.8417
	R20	3.9320*	1.30616	.005	1.2606	6.6034
	R8	5.6050*	1.30616	.000	2.9336	8.2764
	T12	2.6723*	1.30616	.050	.0009	5.3437
	T16	4.3103*	1.30616	.003	1.6389	6.9817
	T20	2.0560	1.30616	.126	-.6154	4.7274
	T8	1.8767	1.30616	.161	-.7947	4.5481
GR8	Control	-8.3415*	1.13117	.000	-10.6550	-6.0280
	GR12	-2.1920	1.30616	.104	-4.8634	.4794
	GR16	-1.2640	1.30616	.341	-3.9354	1.4074
	GR20	-2.1970	1.30616	.103	-4.8684	.4744
	R12	2.6967*	1.30616	.048	.0253	5.3681
	R16	1.9733	1.30616	.142	-.6981	4.6447
	R20	1.7350	1.30616	.194	-.9364	4.4064
	R8	3.4080*	1.30616	.014	.7366	6.0794
	T12	.4753	1.30616	.719	-2.1961	3.1467
	T16	2.1133	1.30616	.116	-.5581	4.7847
	T20	-.1410	1.30616	.915	-2.8124	2.5304
	T8	-.3203	1.30616	.808	-2.9917	2.3511
R12	Control	-11.0382*	1.13117	.000	-13.3517	-8.7247
	GR12	-4.8887*	1.30616	.001	-7.5601	-2.2173
	GR16	-3.9607*	1.30616	.005	-6.6321	-1.2893
	GR20	-4.8937*	1.30616	.001	-7.5651	-2.2223
	GR8	-2.6967*	1.30616	.048	-5.3681	-.0253

	R16	-0.7233	1.30616	.584	-3.3947	1.9481
	R20	-.9617	1.30616	.467	-3.6331	1.7097
	R8	.7113	1.30616	.590	-1.9601	3.3827
	T12	-2.2213	1.30616	.100	-4.8927	.4501
	T16	-.5833	1.30616	.658	-3.2547	2.0881
	T20	-2.8377*	1.30616	.038	-5.5091	-.1663
	T8	-3.0170*	1.30616	.028	-5.6884	-.3456
R16	Control	-10.3148*	1.13117	.000	-12.6283	-8.0013
	GR12	-4.1653*	1.30616	.003	-6.8367	-1.4939
	GR16	-3.2373*	1.30616	.019	-5.9087	-.5659
	GR20	-4.1703*	1.30616	.003	-6.8417	-1.4989
	GR8	-1.9733	1.30616	.142	-4.6447	.6981
	R12	.7233	1.30616	.584	-1.9481	3.3947
	R20	-.2383	1.30616	.856	-2.9097	2.4331
	R8	1.4347	1.30616	.281	-1.2367	4.1061
	T12	-1.4980	1.30616	.261	-4.1694	1.1734
	T16	.1400	1.30616	.915	-2.5314	2.8114
	T20	-2.1143	1.30616	.116	-4.7857	.5571
	T8	-2.2937	1.30616	.090	-4.9651	.3777
R20	Control	-10.0765*	1.13117	.000	-12.3900	-7.7630
	GR12	-3.9270*	1.30616	.005	-6.5984	-1.2556
	GR16	-2.9990*	1.30616	.029	-5.6704	-.3276
	GR20	-3.9320*	1.30616	.005	-6.6034	-1.2606
	GR8	-1.7350	1.30616	.194	-4.4064	.9364
	R12	.9617	1.30616	.467	-1.7097	3.6331
	R16	.2383	1.30616	.856	-2.4331	2.9097
	R8	1.6730	1.30616	.210	-.9984	4.3444
	T12	-1.2597	1.30616	.343	-3.9311	1.4117
	T16	.3783	1.30616	.774	-2.2931	3.0497
	T20	-1.8760	1.30616	.162	-4.5474	.7954
	T8	-2.0553	1.30616	.126	-4.7267	.6161
R8	Control	-11.7495*	1.13117	.000	-14.0630	-9.4360
	GR12	-5.6000*	1.30616	.000	-8.2714	-2.9286
	GR16	-4.6720*	1.30616	.001	-7.3434	-2.0006
	GR20	-5.6050*	1.30616	.000	-8.2764	-2.9336
	GR8	-3.4080*	1.30616	.014	-6.0794	-.7366
	R12	-.7113	1.30616	.590	-3.3827	1.9601
	R16	-1.4347	1.30616	.281	-4.1061	1.2367
	R20	-1.6730	1.30616	.210	-4.3444	.9984
	T12	-2.9327*	1.30616	.033	-5.6041	-.2613
	T16	-1.2947	1.30616	.330	-3.9661	1.3767

	T20	-3.5490*	1.30616	.011	-6.2204	-8.776
	T8	-3.7283*	1.30616	.008	-6.3997	-1.0569
T12	Control	-8.8168*	1.13117	.000	-11.1303	-6.5033
	GR12	-2.6673	1.30616	.050	-5.3387	.0041
	GR16	-1.7393	1.30616	.193	-4.4107	.9321
	GR20	-2.6723*	1.30616	.050	-5.3437	-.0009
	GR8	-.4753	1.30616	.719	-3.1467	2.1961
	R12	2.2213	1.30616	.100	-.4501	4.8927
	R16	1.4980	1.30616	.261	-1.1734	4.1694
	R20	1.2597	1.30616	.343	-1.4117	3.9311
	R8	2.9327*	1.30616	.033	.2613	5.6041
	T16	1.6380	1.30616	.220	-1.0334	4.3094
	T20	-.6163	1.30616	.641	-3.2877	2.0551
	T8	-.7957	1.30616	.547	-3.4671	1.8757
T16	Control	-10.4548*	1.13117	.000	-12.7683	-8.1413
	GR12	-4.3053*	1.30616	.003	-6.9767	-1.6339
	GR16	-3.3773*	1.30616	.015	-6.0487	-.7059
	GR20	-4.3103*	1.30616	.003	-6.9817	-1.6389
	GR8	-2.1133	1.30616	.116	-4.7847	.5581
	R12	.5833	1.30616	.658	-2.0881	3.2547
	R16	-.1400	1.30616	.915	-2.8114	2.5314
	R20	-.3783	1.30616	.774	-3.0497	2.2931
	R8	1.2947	1.30616	.330	-1.3767	3.9661
	T12	-1.6380	1.30616	.220	-4.3094	1.0334
	T20	-2.2543	1.30616	.095	-4.9257	.4171
	T8	-2.4337	1.30616	.073	-5.1051	.2377
T20	Control	-8.2005*	1.13117	.000	-10.5140	-5.8870
	GR12	-2.0510	1.30616	.127	-4.7224	.6204
	GR16	-1.1230	1.30616	.397	-3.7944	1.5484
	GR20	-2.0560	1.30616	.126	-4.7274	.6154
	GR8	.1410	1.30616	.915	-2.5304	2.8124
	R12	2.8377*	1.30616	.038	.1663	5.5091
	R16	2.1143	1.30616	.116	-.5571	4.7857
	R20	1.8760	1.30616	.162	-.7954	4.5474
	R8	3.5490*	1.30616	.011	.8776	6.2204
	T12	.6163	1.30616	.641	-2.0551	3.2877
	T16	2.2543	1.30616	.095	-.4171	4.9257
	T8	-.1793	1.30616	.892	-2.8507	2.4921
T8	Control	-8.0212*	1.13117	.000	-10.3347	-5.7077
	GR12	-1.8717	1.30616	.163	-4.5431	.7997

GR16	-.9437	1.30616	.476	-3.6151	1.7277
GR20	-1.8767	1.30616	.161	-4.5481	.7947
GR8	.3203	1.30616	.808	-2.3511	2.9917
R12	3.0170*	1.30616	.028	.3456	5.6884
R16	2.2937	1.30616	.090	-.3777	4.9651
R20	2.0553	1.30616	.126	-.6161	4.7267
R8	3.7283*	1.30616	.008	1.0569	6.3997
T12	.7957	1.30616	.547	-1.8757	3.4671
T16	2.4337	1.30616	.073	-.2377	5.1051
T20	.1793	1.30616	.892	-2.4921	2.8507

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.559.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hardness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	2907.4555*	406.30110	.000	2076.4765	3738.4345
	GR16	2648.1715*	406.30110	.000	1817.1925	3479.1505
	GR20	2171.9578*	406.30110	.000	1340.9788	3002.9369
	GR8	3632.9358*	406.30110	.000	2801.9568	4463.9149
	R12	1419.1335*	406.30110	.002	588.1545	2250.1125
	R16	-464.9328	406.30110	.262	-1295.9119	366.0462
	R20	-3906.8165*	406.30110	.000	-4737.7955	-3075.8375
	R8	2186.6108*	406.30110	.000	1355.6318	3017.5899
	T12	1798.3458*	406.30110	.000	967.3668	2629.3249
	T16	810.3968	406.30110	.056	-20.5822	1641.3759
	T20	571.5692	406.30110	.170	-259.4099	1402.5482
	T8	1870.0778*	406.30110	.000	1039.0988	2701.0569
GR12	Control	-2907.4555*	406.30110	.000	-3738.4345	-2076.4765
	GR16	-259.2840	469.15609	.585	-1218.8160	700.2480
	GR20	-735.4977	469.15609	.128	-1695.0296	224.0343
	GR8	725.4803	469.15609	.133	-234.0516	1685.0123
	R12	-1488.3220*	469.15609	.004	-2447.8540	-528.7900
	R16	-3372.3883*	469.15609	.000	-4331.9203	-2412.8564
	R20	-6814.2720*	469.15609	.000	-7773.8040	-5854.7400
	R8	-720.8447	469.15609	.135	-1680.3766	238.6873
	T12	-1109.1097*	469.15609	.025	-2068.6416	-149.5777



	T16	-2097.0587*	469.15609	.000	-3056.5906	-1137.5267
	T20	-2335.8863*	469.15609	.000	-3295.4183	-1376.3544
	T8	-1037.3777*	469.15609	.035	-1996.9096	-77.8457
GR16	Control	-2648.1715*	406.30110	.000	-3479.1505	-1817.1925
	GR12	259.2840	469.15609	.585	-700.2480	1218.8160
	GR20	-476.2137	469.15609	.318	-1435.7456	483.3183
	GR8	984.7643*	469.15609	.045	25.2324	1944.2963
	R12	-1229.0380*	469.15609	.014	-2188.5700	-269.5060
	R16	-3113.1043*	469.15609	.000	-4072.6363	-2153.5724
	R20	-6554.9880*	469.15609	.000	-7514.5200	-5595.4560
	R8	-461.5607	469.15609	.333	-1421.0926	497.9713
	T12	-849.8257	469.15609	.080	-1809.3576	109.7063
	T16	-1837.7747*	469.15609	.001	-2797.3066	-878.2427
	T20	-2076.6023*	469.15609	.000	-3036.1343	-1117.0704
	T8	-778.0937	469.15609	.108	-1737.6256	181.4383
GR20	Control	-2171.9578*	406.30110	.000	-3002.9369	-1340.9788
	GR12	735.4977	469.15609	.128	-224.0343	1695.0296
	GR16	476.2137	469.15609	.318	-483.3183	1435.7456
	GR8	1460.9780*	469.15609	.004	501.4460	2420.5100
	R12	-752.8243	469.15609	.119	-1712.3563	206.7076
	R16	-2636.8907*	469.15609	.000	-3596.4226	-1677.3587
	R20	-6078.7743*	469.15609	.000	-7038.3063	-5119.2424
	R8	14.6530	469.15609	.975	-944.8790	974.1850
	T12	-373.6120	469.15609	.432	-1333.1440	585.9200
	T16	-1361.5610*	469.15609	.007	-2321.0930	-402.0290
	T20	-1600.3887*	469.15609	.002	-2559.9206	-640.8567
	T8	-301.8800	469.15609	.525	-1261.4120	657.6520
GR8	Control	-3632.9358*	406.30110	.000	-4463.9149	-2801.9568
	GR12	-725.4803	469.15609	.133	-1685.0123	234.0516
	GR16	-984.7643*	469.15609	.045	-1944.2963	-25.2324
	GR20	-1460.9780*	469.15609	.004	-2420.5100	-501.4460
	R12	-2213.8023*	469.15609	.000	-3173.3343	-1254.2704
	R16	-4097.8687*	469.15609	.000	-5057.4006	-3138.3367
	R20	-7539.7523*	469.15609	.000	-8499.2843	-6580.2204
	R8	-1446.3250*	469.15609	.004	-2405.8570	-486.7930
	T12	-1834.5900*	469.15609	.001	-2794.1220	-875.0580
	T16	-2822.5390*	469.15609	.000	-3782.0710	-1863.0070
	T20	-3061.3667*	469.15609	.000	-4020.8986	-2101.8347
	T8	-1762.8580*	469.15609	.001	-2722.3900	-803.3260
R12	Control	-1419.1335*	406.30110	.002	-2250.1125	-588.1545
	GR12	1488.3220*	469.15609	.004	528.7900	2447.8540

	GR16	1229.0380*	469.15609	.014	269.5060	2188.5700
	GR20	752.8243	469.15609	.119	-206.7076	1712.3563
	GR8	2213.8023*	469.15609	.000	1254.2704	3173.3343
	R16	-1884.0663*	469.15609	.000	-2843.5983	-924.5344
	R20	-5325.9500*	469.15609	.000	-6285.4820	-4366.4180
	R8	767.4773	469.15609	.113	-192.0546	1727.0093
	T12	379.2123	469.15609	.426	-580.3196	1338.7443
	T16	-608.7367	469.15609	.205	-1568.2686	350.7953
	T20	-847.5643	469.15609	.081	-1807.0963	111.9676
	T8	450.9443	469.15609	.344	-508.5876	1410.4763
R16	Control	464.9328	406.30110	.262	-366.0462	1295.9119
	GR12	3372.3883*	469.15609	.000	2412.8564	4331.9203
	GR16	3113.1043*	469.15609	.000	2153.5724	4072.6363
	GR20	2636.8907*	469.15609	.000	1677.3587	3596.4226
	GR8	4097.8687*	469.15609	.000	3138.3367	5057.4006
	R12	1884.0663*	469.15609	.000	924.5344	2843.5983
	R20	-3441.8837*	469.15609	.000	-4401.4156	-2482.3517
	R8	2651.5437*	469.15609	.000	1692.0117	3611.0756
	T12	2263.2787*	469.15609	.000	1303.7467	3222.8106
	T16	1275.3297*	469.15609	.011	315.7977	2234.8616
	T20	1036.5020*	469.15609	.035	76.9700	1996.0340
	T8	2335.0107*	469.15609	.000	1375.4787	3294.5426
R20	Control	3906.8165*	406.30110	.000	3075.8375	4737.7955
	GR12	6814.2720*	469.15609	.000	5854.7400	7773.8040
	GR16	6554.9880*	469.15609	.000	5595.4560	7514.5200
	GR20	6078.7743*	469.15609	.000	5119.2424	7038.3063
	GR8	7539.7523*	469.15609	.000	6580.2204	8499.2843
	R12	5325.9500*	469.15609	.000	4366.4180	6285.4820
	R16	3441.8837*	469.15609	.000	2482.3517	4401.4156
	R8	6093.4273*	469.15609	.000	5133.8954	7052.9593
	T12	5705.1623*	469.15609	.000	4745.6304	6664.6943
	T16	4717.2133*	469.15609	.000	3757.6814	5676.7453
	T20	4478.3857*	469.15609	.000	3518.8537	5437.9176
	T8	5776.8943*	469.15609	.000	4817.3624	6736.4263
R8	Control	-2186.6108*	406.30110	.000	-3017.5899	-1355.6318
	GR12	720.8447	469.15609	.135	-238.6873	1680.3766
	GR16	461.5607	469.15609	.333	-497.9713	1421.0926
	GR20	-14.6530	469.15609	.975	-974.1850	944.8790
	GR8	1446.3250*	469.15609	.004	486.7930	2405.8570
	R12	-767.4773	469.15609	.113	-1727.0093	192.0546
	R16	-2651.5437*	469.15609	.000	-3611.0756	-1692.0117

	R20	-6093.4273*	469.15609	.000	-7052.9593	-5133.8954
	T12	-388.2650	469.15609	.415	-1347.7970	571.2670
	T16	-1376.2140*	469.15609	.006	-2335.7460	-416.6820
	T20	-1615.0417*	469.15609	.002	-2574.5736	-655.5097
	T8	-316.5330	469.15609	.505	-1276.0650	642.9990
T12	Control	-1798.3458*	406.30110	.000	-2629.3249	-967.3668
	GR12	1109.1097*	469.15609	.025	149.5777	2068.6416
	GR16	849.8257	469.15609	.080	-109.7063	1809.3576
	GR20	373.6120	469.15609	.432	-585.9200	1333.1440
	GR8	1834.5900*	469.15609	.001	875.0580	2794.1220
	R12	-379.2123	469.15609	.426	-1338.7443	580.3196
	R16	-2263.2787*	469.15609	.000	-3222.8106	-1303.7467
	R20	-5705.1623*	469.15609	.000	-6664.6943	-4745.6304
	R8	388.2650	469.15609	.415	-571.2670	1347.7970
	T16	-987.9490*	469.15609	.044	-1947.4810	-28.4170
	T20	-1226.7767*	469.15609	.014	-2186.3086	-267.2447
	T8	71.7320	469.15609	.880	-887.8000	1031.2640
T16	Control	-810.3968	406.30110	.056	-1641.3759	20.5822
	GR12	2097.0587*	469.15609	.000	1137.5267	3056.5906
	GR16	1837.7747*	469.15609	.001	878.2427	2797.3066
	GR20	1361.5610*	469.15609	.007	402.0290	2321.0930
	GR8	2822.5390*	469.15609	.000	1863.0070	3782.0710
	R12	608.7367	469.15609	.205	-350.7953	1568.2686
	R16	-1275.3297*	469.15609	.011	-2234.8616	-315.7977
	R20	-4717.2133*	469.15609	.000	-5676.7453	-3757.6814
	R8	1376.2140*	469.15609	.006	416.6820	2335.7460
	T12	987.9490*	469.15609	.044	28.4170	1947.4810
	T20	-238.8277	469.15609	.615	-1198.3596	720.7043
	T8	1059.6810*	469.15609	.032	100.1490	2019.2130
T20	Control	-571.5692	406.30110	.170	-1402.5482	259.4099
	GR12	2335.8863*	469.15609	.000	1376.3544	3295.4183
	GR16	2076.6023*	469.15609	.000	1117.0704	3036.1343
	GR20	1600.3887*	469.15609	.002	640.8567	2559.9206
	GR8	3061.3667*	469.15609	.000	2101.8347	4020.8986
	R12	847.5643	469.15609	.081	-111.9676	1807.0963
	R16	-1036.5020*	469.15609	.035	-1996.0340	-76.9700
	R20	-4478.3857*	469.15609	.000	-5437.9176	-3518.8537
	R8	1615.0417*	469.15609	.002	655.5097	2574.5736
	T12	1226.7767*	469.15609	.014	267.2447	2186.3086
	T16	238.8277	469.15609	.615	-720.7043	1198.3596
	T8	1298.5087*	469.15609	.010	338.9767	2258.0406

T8	Control	-1870.0778*	406.30110	.000	-2701.0569	-1039.0988
	GR12	1037.3777*	469.15609	.035	77.8457	1996.9096
	GR16	778.0937	469.15609	.108	-181.4383	1737.6256
	GR20	301.8800	469.15609	.525	-657.6520	1261.4120
	GR8	1762.8580*	469.15609	.001	803.3260	2722.3900
	R12	-450.9443	469.15609	.344	-1410.4763	508.5876
	R16	-2335.0107*	469.15609	.000	-3294.5426	-1375.4787
	R20	-5776.8943*	469.15609	.000	-6736.4263	-4817.3624
	R8	316.5330	469.15609	.505	-642.9990	1276.0650
	T12	-71.7320	469.15609	.880	-1031.2640	887.8000
	T16	-1059.6810*	469.15609	.032	-2019.2130	-100.1490
	T20	-1298.5087*	469.15609	.010	-2258.0406	-338.9767

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 330161.162.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Adhesiveness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	146.5537*	19.75251	.000	106.1552	186.9521
	GR16	164.7043*	19.75251	.000	124.3059	205.1028
	GR20	264.1857*	19.75251	.000	223.7872	304.5841
	GR8	98.4850*	19.75251	.000	58.0866	138.8834
	R12	5.4973	19.75251	.783	-34.9011	45.8958
	R16	88.1937*	19.75251	.000	47.7952	128.5921
	R20	66.4357*	19.75251	.002	26.0372	106.8341
	R8	16.4023	19.75251	.413	-23.9961	56.8008
	T12	99.4550*	19.75251	.000	59.0566	139.8534
	T16	143.8537*	19.75251	.000	103.4552	184.2521
	T20	390.8127*	19.75251	.000	350.4142	431.2111
T8	66.1880*	19.75251	.002	25.7896	106.5864	
GR12	Control	-146.5537*	19.75251	.000	-186.9521	-106.1552
	GR16	18.1507	22.80824	.433	-28.4974	64.7987
	GR20	117.6320*	22.80824	.000	70.9839	164.2801
	GR8	-48.0687*	22.80824	.044	-94.7167	-1.4206
	R12	-141.0563*	22.80824	.000	-187.7044	-94.4083
	R16	-58.3600*	22.80824	.016	-105.0081	-11.7119
	R20	-80.1180*	22.80824	.001	-126.7661	-33.4699

	R8	-130.1513*	22.80824	.000	-176.7994	-83.5033
	T12	-47.0987*	22.80824	.048	-93.7467	-4506
	T16	-2.7000	22.80824	.907	-49.3481	43.9481
	T20	244.2590*	22.80824	.000	197.6109	290.9071
	T8	-80.3657*	22.80824	.001	-127.0137	-33.7176
GR16	Control	-164.7043*	19.75251	.000	-205.1028	-124.3059
	GR12	-18.1507	22.80824	.433	-64.7987	28.4974
	GR20	99.4813*	22.80824	.000	52.8333	146.1294
	GR8	-66.2193*	22.80824	.007	-112.8674	-19.5713
	R12	-159.2070*	22.80824	.000	-205.8551	-112.5589
	R16	-76.5107*	22.80824	.002	-123.1587	-29.8626
	R20	-98.2687*	22.80824	.000	-144.9167	-51.6206
	R8	-148.3020*	22.80824	.000	-194.9501	-101.6539
	T12	-65.2493*	22.80824	.008	-111.8974	-18.6013
	T16	-20.8507	22.80824	.368	-67.4987	25.7974
	T20	226.1083*	22.80824	.000	179.4603	272.7564
	T8	-98.5163*	22.80824	.000	-145.1644	-51.8683
GR20	Control	-264.1857*	19.75251	.000	-304.5841	-223.7872
	GR12	-117.6320*	22.80824	.000	-164.2801	-70.9839
	GR16	-99.4813*	22.80824	.000	-146.1294	-52.8333
	GR8	-165.7007*	22.80824	.000	-212.3487	-119.0526
	R12	-258.6883*	22.80824	.000	-305.3364	-212.0403
	R16	-175.9920*	22.80824	.000	-222.6401	-129.3439
	R20	-197.7500*	22.80824	.000	-244.3981	-151.1019
	R8	-247.7833*	22.80824	.000	-294.4314	-201.1353
	T12	-164.7307*	22.80824	.000	-211.3787	-118.0826
	T16	-120.3320*	22.80824	.000	-166.9801	-73.6839
	T20	126.6270*	22.80824	.000	79.9789	173.2751
	T8	-197.9977*	22.80824	.000	-244.6457	-151.3496
GR8	Control	-98.4850*	19.75251	.000	-138.8834	-58.0866
	GR12	48.0687*	22.80824	.044	1.4206	94.7167
	GR16	66.2193*	22.80824	.007	19.5713	112.8674
	GR20	165.7007*	22.80824	.000	119.0526	212.3487
	R12	-92.9877*	22.80824	.000	-139.6357	-46.3396
	R16	-10.2913	22.80824	.655	-56.9394	36.3567
	R20	-32.0493	22.80824	.171	-78.6974	14.5987
	R8	-82.0827*	22.80824	.001	-128.7307	-35.4346
	T12	.9700	22.80824	.966	-45.6781	47.6181
	T16	45.3687	22.80824	.056	-1.2794	92.0167
	T20	292.3277*	22.80824	.000	245.6796	338.9757
	T8	-32.2970	22.80824	.167	-78.9451	14.3511

R12	Control	-5.4973	19.75251	.783	-45.8958	34.9011
	GR12	141.0563*	22.80824	.000	94.4083	187.7044
	GR16	159.2070*	22.80824	.000	112.5589	205.8551
	GR20	258.6883*	22.80824	.000	212.0403	305.3364
	GR8	92.9877*	22.80824	.000	46.3396	139.6357
	R16	82.6963*	22.80824	.001	36.0483	129.3444
	R20	60.9383*	22.80824	.012	14.2903	107.5864
	R8	10.9050	22.80824	.636	-35.7431	57.5531
	T12	93.9577*	22.80824	.000	47.3096	140.6057
	T16	138.3563*	22.80824	.000	91.7083	185.0044
	T20	385.3153*	22.80824	.000	338.6673	431.9634
T8	60.6907*	22.80824	.013	14.0426	107.3387	
R16	Control	-88.1937*	19.75251	.000	-128.5921	-47.7952
	GR12	58.3600*	22.80824	.016	11.7119	105.0081
	GR16	76.5107*	22.80824	.002	29.8626	123.1587
	GR20	175.9920*	22.80824	.000	129.3439	222.6401
	GR8	10.2913	22.80824	.655	-36.3567	56.9394
	R12	-82.6963*	22.80824	.001	-129.3444	-36.0483
	R20	-21.7580	22.80824	.348	-68.4061	24.8901
	R8	-71.7913*	22.80824	.004	-118.4394	-25.1433
	T12	11.2613	22.80824	.625	-35.3867	57.9094
	T16	55.6600*	22.80824	.021	9.0119	102.3081
	T20	302.6190*	22.80824	.000	255.9709	349.2671
T8	-22.0057	22.80824	.343	-68.6537	24.6424	
R20	Control	-66.4357*	19.75251	.002	-106.8341	-26.0372
	GR12	80.1180*	22.80824	.001	33.4699	126.7661
	GR16	98.2687*	22.80824	.000	51.6206	144.9167
	GR20	197.7500*	22.80824	.000	151.1019	244.3981
	GR8	32.0493	22.80824	.171	-14.5987	78.6974
	R12	-60.9383*	22.80824	.012	-107.5864	-14.2903
	R16	21.7580	22.80824	.348	-24.8901	68.4061
	R8	-50.0333*	22.80824	.036	-96.6814	-3.3853
	T12	33.0193	22.80824	.158	-13.6287	79.6674
	T16	77.4180*	22.80824	.002	30.7699	124.0661
	T20	324.3770*	22.80824	.000	277.7289	371.0251
T8	-.2477	22.80824	.991	-46.8957	46.4004	
R8	Control	-16.4023	19.75251	.413	-56.8008	23.9961
	GR12	130.1513*	22.80824	.000	83.5033	176.7994
	GR16	148.3020*	22.80824	.000	101.6539	194.9501
	GR20	247.7833*	22.80824	.000	201.1353	294.4314
	GR8	82.0827*	22.80824	.001	35.4346	128.7307

	R12	-10.9050	22.80824	.636	-57.5531	35.7431
	R16	71.7913*	22.80824	.004	25.1433	118.4394
	R20	50.0333*	22.80824	.036	3.3853	96.6814
	T12	83.0527*	22.80824	.001	36.4046	129.7007
	T16	127.4513*	22.80824	.000	80.8033	174.0994
	T20	374.4103*	22.80824	.000	327.7623	421.0584
	T8	49.7857*	22.80824	.037	3.1376	96.4337
T12	Control	-99.4550*	19.75251	.000	-139.8534	-59.0566
	GR12	47.0987*	22.80824	.048	.4506	93.7467
	GR16	65.2493*	22.80824	.008	18.6013	111.8974
	GR20	164.7307*	22.80824	.000	118.0826	211.3787
	GR8	-.9700	22.80824	.966	-47.6181	45.6781
	R12	-93.9577*	22.80824	.000	-140.6057	-47.3096
	R16	-11.2613	22.80824	.625	-57.9094	35.3867
	R20	-33.0193	22.80824	.158	-79.6674	13.6287
	R8	-83.0527*	22.80824	.001	-129.7007	-36.4046
	T16	44.3987	22.80824	.061	-2.2494	91.0467
	T20	291.3577*	22.80824	.000	244.7096	338.0057
	T8	-33.2670	22.80824	.155	-79.9151	13.3811
T16	Control	-143.8537*	19.75251	.000	-184.2521	-103.4552
	GR12	2.7000	22.80824	.907	-43.9481	49.3481
	GR16	20.8507	22.80824	.368	-25.7974	67.4987
	GR20	120.3320*	22.80824	.000	73.6839	166.9801
	GR8	-45.3687	22.80824	.056	-92.0167	1.2794
	R12	-138.3563*	22.80824	.000	-185.0044	-91.7083
	R16	-55.6600*	22.80824	.021	-102.3081	-9.0119
	R20	-77.4180*	22.80824	.002	-124.0661	-30.7699
	R8	-127.4513*	22.80824	.000	-174.0994	-80.8033
	T12	-44.3987	22.80824	.061	-91.0467	2.2494
	T20	246.9590*	22.80824	.000	200.3109	293.6071
	T8	-77.6657*	22.80824	.002	-124.3137	-31.0176
T20	Control	-390.8127*	19.75251	.000	-431.2111	-350.4142
	GR12	-244.2590*	22.80824	.000	-290.9071	-197.6109
	GR16	-226.1083*	22.80824	.000	-272.7564	-179.4603
	GR20	-126.6270*	22.80824	.000	-173.2751	-79.9789
	GR8	-292.3277*	22.80824	.000	-338.9757	-245.6796
	R12	-385.3153*	22.80824	.000	-431.9634	-338.6673
	R16	-302.6190*	22.80824	.000	-349.2671	-255.9709
	R20	-324.3770*	22.80824	.000	-371.0251	-277.7289
	R8	-374.4103*	22.80824	.000	-421.0584	-327.7623
	T12	-291.3577*	22.80824	.000	-338.0057	-244.7096

	T16	-246.9590*	22.80824	.000	-293.6071	-200.3109
	T8	-324.6247*	22.80824	.000	-371.2727	-277.9766
T8	Control	-66.1880*	19.75251	.002	-106.5864	-25.7896
	GR12	80.3657*	22.80824	.001	33.7176	127.0137
	GR16	98.5163*	22.80824	.000	51.8683	145.1644
	GR20	197.9977*	22.80824	.000	151.3496	244.6457
	GR8	32.2970	22.80824	.167	-14.3511	78.9451
	R12	-60.6907*	22.80824	.013	-107.3387	-14.0426
	R16	22.0057	22.80824	.343	-24.6424	68.6537
	R20	.2477	22.80824	.991	-46.4004	46.8957
	R8	-49.7857*	22.80824	.037	-96.4337	-3.1376
	T12	33.2670	22.80824	.155	-13.3811	79.9151
	T16	77.6657*	22.80824	.002	31.0176	124.3137
	T20	324.6247*	22.80824	.000	277.9766	371.2727

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 780.323.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Springiness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	.0138	.01729	.433	-.0216	.0491
	GR16	.0282	.01729	.114	-.0072	.0636
	GR20	.0679*	.01729	.000	.0325	.1033
	GR8	.0994*	.01729	.000	.0640	.1347
	R12	.1731*	.01729	.000	.1377	.2085
	R16	.0890*	.01729	.000	.0537	.1244
	R20	.0626*	.01729	.001	.0272	.0980
	R8	.1489*	.01729	.000	.1135	.1843
	T12	.0391*	.01729	.032	.0037	.0744
	T16	.0065	.01729	.710	-.0289	.0419
	T20	.0229	.01729	.196	-.0125	.0582
T8	.0519*	.01729	.005	.0165	.0873	
GR12	Control	-.0138	.01729	.433	-.0491	.0216
	GR16	.0144	.01997	.476	-.0264	.0553
	GR20	.0541*	.01997	.011	.0133	.0950
	GR8	.0856*	.01997	.000	.0448	.1264
	R12	.1593*	.01997	.000	.1185	.2002



	R16	.0753*	.01997	.001	.0344	.1161
	R20	.0488*	.01997	.021	.0080	.0897
	R8	.1351*	.01997	.000	.0943	.1760
	T12	.0253	.01997	.215	-.0155	.0661
	T16	-.0073	.01997	.718	-.0481	.0336
	T20	.0091	.01997	.652	-.0317	.0499
	T8	.0382	.01997	.066	-.0027	.0790
GR16	Control	-.0282	.01729	.114	-.0636	.0072
	GR12	-.0144	.01997	.476	-.0553	.0264
	GR20	.0397	.01997	.056	-.0011	.0805
	GR8	.0712*	.01997	.001	.0303	.1120
	R12	.1449*	.01997	.000	.1041	.1858
	R16	.0609*	.01997	.005	.0200	.1017
	R20	.0344	.01997	.096	-.0064	.0752
	R8	.1207*	.01997	.000	.0799	.1615
	T12	.0109	.01997	.591	-.0300	.0517
	T16	-.0217	.01997	.286	-.0625	.0191
	T20	-.0053	.01997	.791	-.0462	.0355
	T8	.0237	.01997	.244	-.0171	.0646
GR20	Control	-.0679*	.01729	.000	-.1033	-.0325
	GR12	-.0541*	.01997	.011	-.0950	-.0133
	GR16	-.0397	.01997	.056	-.0805	.0011
	GR8	.0315	.01997	.126	-.0094	.0723
	R12	.1052*	.01997	.000	.0644	.1461
	R16	.0212	.01997	.298	-.0197	.0620
	R20	-.0053	.01997	.792	-.0461	.0355
	R8	.0810*	.01997	.000	.0402	.1218
	T12	-.0288	.01997	.159	-.0697	.0120
	T16	-.0614*	.01997	.005	-.1022	-.0206
	T20	-.0450*	.01997	.032	-.0859	-.0042
	T8	-.0160	.01997	.430	-.0568	.0249
GR8	Control	-.0994*	.01729	.000	-.1347	-.0640
	GR12	-.0856*	.01997	.000	-.1264	-.0448
	GR16	-.0712*	.01997	.001	-.1120	-.0303
	GR20	-.0315	.01997	.126	-.0723	.0094
	R12	.0737*	.01997	.001	.0329	.1146
	R16	-.0103	.01997	.609	-.0512	.0305
	R20	-.0368	.01997	.076	-.0776	.0040
	R8	.0495*	.01997	.019	.0087	.0904
	T12	-.0603*	.01997	.005	-.1012	-.0195
	T16	-.0929*	.01997	.000	-.1337	-.0520

	T20	-.0765*	.01997	.001	-.1174	-.0357
	T8	-.0475*	.01997	.024	-.0883	-.0066
R12	Control	-.1731*	.01729	.000	-.2085	-.1377
	GR12	-.1593*	.01997	.000	-.2002	-.1185
	GR16	-.1449*	.01997	.000	-.1858	-.1041
	GR20	-.1052*	.01997	.000	-.1461	-.0644
	GR8	-.0737*	.01997	.001	-.1146	-.0329
	R16	-.0841*	.01997	.000	-.1249	-.0432
	R20	-.1105*	.01997	.000	-.1514	-.0697
	R8	-.0242	.01997	.235	-.0650	.0166
	T12	-.1341*	.01997	.000	-.1749	-.0932
	T16	-.1666*	.01997	.000	-.2074	-.1258
	T20	-.1502*	.01997	.000	-.1911	-.1094
	T8	-.1212*	.01997	.000	-.1620	-.0804
R16	Control	-.0890*	.01729	.000	-.1244	-.0537
	GR12	-.0753*	.01997	.001	-.1161	-.0344
	GR16	-.0609*	.01997	.005	-.1017	-.0200
	GR20	-.0212	.01997	.298	-.0620	.0197
	GR8	.0103	.01997	.609	-.0305	.0512
	R12	.0841*	.01997	.000	.0432	.1249
	R20	-.0265	.01997	.195	-.0673	.0144
	R8	.0599*	.01997	.006	.0190	.1007
	T12	-.0500*	.01997	.018	-.0908	-.0092
	T16	-.0826*	.01997	.000	-.1234	-.0417
	T20	-.0662*	.01997	.002	-.1070	-.0253
	T8	-.0371	.01997	.073	-.0780	.0037
R20	Control	-.0626*	.01729	.001	-.0980	-.0272
	GR12	-.0488*	.01997	.021	-.0897	-.0080
	GR16	-.0344	.01997	.096	-.0752	.0064
	GR20	.0053	.01997	.792	-.0355	.0461
	GR8	.0368	.01997	.076	-.0040	.0776
	R12	.1105*	.01997	.000	.0697	.1514
	R16	.0265	.01997	.195	-.0144	.0673
	R8	.0863*	.01997	.000	.0455	.1272
	T12	-.0235	.01997	.248	-.0644	.0173
	T16	-.0561*	.01997	.009	-.0969	-.0153
	T20	-.0397	.01997	.056	-.0806	.0011
	T8	-.0107	.01997	.597	-.0515	.0302
R8	Control	-.1489*	.01729	.000	-.1843	-.1135
	GR12	-.1351*	.01997	.000	-.1760	-.0943
	GR16	-.1207*	.01997	.000	-.1615	-.0799

	GR20	-.0810*	.01997	.000	-.1218	-.0402
	GR8	-.0495*	.01997	.019	-.0904	-.0087
	R12	.0242	.01997	.235	-.0166	.0650
	R16	-.0599*	.01997	.006	-.1007	-.0190
	R20	-.0863*	.01997	.000	-.1272	-.0455
	T12	-.1098*	.01997	.000	-.1507	-.0690
	T16	-.1424*	.01997	.000	-.1832	-.1016
	T20	-.1260*	.01997	.000	-.1669	-.0852
	T8	-.0970*	.01997	.000	-.1378	-.0561
T12	Control	-.0391*	.01729	.032	-.0744	-.0037
	GR12	-.0253	.01997	.215	-.0661	.0155
	GR16	-.0109	.01997	.591	-.0517	.0300
	GR20	.0288	.01997	.159	-.0120	.0697
	GR8	.0603*	.01997	.005	.0195	.1012
	R12	.1341*	.01997	.000	.0932	.1749
	R16	.0500*	.01997	.018	.0092	.0908
	R20	.0235	.01997	.248	-.0173	.0644
	R8	.1098*	.01997	.000	.0690	.1507
	T16	-.0326	.01997	.114	-.0734	.0083
	T20	-.0162	.01997	.424	-.0570	.0246
	T8	.0129	.01997	.525	-.0280	.0537
T16	Control	-.0065	.01729	.710	-.0419	.0289
	GR12	.0073	.01997	.718	-.0336	.0481
	GR16	.0217	.01997	.286	-.0191	.0625
	GR20	.0614*	.01997	.005	.0206	.1022
	GR8	.0929*	.01997	.000	.0520	.1337
	R12	.1666*	.01997	.000	.1258	.2074
	R16	.0826*	.01997	.000	.0417	.1234
	R20	.0561*	.01997	.009	.0153	.0969
	R8	.1424*	.01997	.000	.1016	.1832
	T12	.0326	.01997	.114	-.0083	.0734
	T20	.0164	.01997	.419	-.0245	.0572
	T8	.0454*	.01997	.030	.0046	.0863
T20	Control	-.0229	.01729	.196	-.0582	.0125
	GR12	-.0091	.01997	.652	-.0499	.0317
	GR16	.0053	.01997	.791	-.0355	.0462
	GR20	.0450*	.01997	.032	.0042	.0859
	GR8	.0765*	.01997	.001	.0357	.1174
	R12	.1502*	.01997	.000	.1094	.1911
	R16	.0662*	.01997	.002	.0253	.1070
	R20	.0397	.01997	.056	-.0011	.0806

	R8	.1260*	.01997	.000	.0852	.1669
	T12	.0162	.01997	.424	-.0246	.0570
	T16	-.0164	.01997	.419	-.0572	.0245
	T8	.0291	.01997	.156	-.0118	.0699
T8	Control	-.0519*	.01729	.005	-.0873	-.0165
	GR12	-.0382	.01997	.066	-.0790	.0027
	GR16	-.0237	.01997	.244	-.0646	.0171
	GR20	.0160	.01997	.430	-.0249	.0568
	GR8	.0475*	.01997	.024	.0066	.0883
	R12	.1212*	.01997	.000	.0804	.1620
	R16	.0371	.01997	.073	-.0037	.0780
	R20	.0107	.01997	.597	-.0302	.0515
	R8	.0970*	.01997	.000	.0561	.1378
	T12	-.0129	.01997	.525	-.0537	.0280
	T16	-.0454*	.01997	.030	-.0863	-.0046
	T20	-.0291	.01997	.156	-.0699	.0118

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Cohesiveness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	-.0154	.03187	.633	-.0806	.0498
	GR16	-.0794*	.03187	.019	-.1446	-.0143
	GR20	.0011	.03187	.972	-.0640	.0663
	GR8	.0034	.03187	.917	-.0618	.0686
	R12	.1180*	.03187	.001	.0528	.1832
	R16	-.0955*	.03187	.006	-.1607	-.0304
	R20	-.1806*	.03187	.000	-.2458	-.1154
	R8	.0337	.03187	.299	-.0315	.0989
	T12	.0082	.03187	.799	-.0570	.0734
	T16	-.1578*	.03187	.000	-.2229	-.0926
	T20	-.1145*	.03187	.001	-.1797	-.0494
T8	-.0343	.03187	.291	-.0995	.0309	
GR12	Control	.0154	.03187	.633	-.0498	.0806
	GR16	-.0641	.03680	.092	-.1393	.0112
	GR20	.0165	.03680	.657	-.0588	.0918

	GR8	.0187	.03680	.614	-.0565	.0940
	R12	.1333*	.03680	.001	.0581	.2086
	R16	-.0802*	.03680	.038	-.1554	-.0049
	R20	-.1652*	.03680	.000	-.2405	-.0900
	R8	.0490	.03680	.193	-.0262	.1243
	T12	.0236	.03680	.527	-.0517	.0988
	T16	-.1424*	.03680	.001	-.2177	-.0671
	T20	-.0992*	.03680	.012	-.1744	-.0239
	T8	-.0189	.03680	.611	-.0942	.0563
GR16	Control	.0794*	.03187	.019	.0143	.1446
	GR12	.0641	.03680	.092	-.0112	.1393
	GR20	.0806*	.03680	.037	.0053	.1558
	GR8	.0828*	.03680	.032	.0075	.1581
	R12	.1974*	.03680	.000	.1221	.2727
	R16	-.0161	.03680	.665	-.0914	.0592
	R20	-.1012*	.03680	.010	-.1764	-.0259
	R8	.1131*	.03680	.005	.0378	.1884
	T12	.0876*	.03680	.024	.0124	.1629
	T16	-.0783*	.03680	.042	-.1536	-.0030
	T20	-.0351	.03680	.348	-.1104	.0402
	T8	.0451	.03680	.230	-.0301	.1204
GR20	Control	-.0011	.03187	.972	-.0663	.0640
	GR12	-.0165	.03680	.657	-.0918	.0588
	GR16	-.0806*	.03680	.037	-.1558	-.0053
	GR8	.0022	.03680	.952	-.0730	.0775
	R12	.1168*	.03680	.004	.0416	.1921
	R16	-.0967*	.03680	.014	-.1719	-.0214
	R20	-.1817*	.03680	.000	-.2570	-.1065
	R8	.0325	.03680	.384	-.0427	.1078
	T12	.0070	.03680	.849	-.0682	.0823
	T16	-.1589*	.03680	.000	-.2342	-.0836
	T20	-.1157*	.03680	.004	-.1909	-.0404
	T8	-.0354	.03680	.344	-.1107	.0398
GR8	Control	-.0034	.03187	.917	-.0686	.0618
	GR12	-.0187	.03680	.614	-.0940	.0565
	GR16	-.0828*	.03680	.032	-.1581	-.0075
	GR20	-.0022	.03680	.952	-.0775	.0730
	R12	.1146*	.03680	.004	.0393	.1899
	R16	-.0989*	.03680	.012	-.1742	-.0236
	R20	-.1840*	.03680	.000	-.2592	-.1087
	R8	.0303	.03680	.417	-.0450	.1056

	T12	.0048	.03680	.897	-.0705	.0801
	T16	-.1611*	.03680	.000	-.2364	-.0859
	T20	-.1179*	.03680	.003	-.1932	-.0426
	T8	-.0377	.03680	.314	-.1129	.0376
R12	Control	-.1180*	.03187	.001	-.1832	-.0528
	GR12	-.1333*	.03680	.001	-.2086	-.0581
	GR16	-.1974*	.03680	.000	-.2727	-.1221
	GR20	-.1168*	.03680	.004	-.1921	-.0416
	GR8	-.1146*	.03680	.004	-.1899	-.0393
	R16	-.2135*	.03680	.000	-.2888	-.1382
	R20	-.2986*	.03680	.000	-.3738	-.2233
	R8	-.0843*	.03680	.029	-.1596	-.0090
	T12	-.1098*	.03680	.006	-.1851	-.0345
	T16	-.2757*	.03680	.000	-.3510	-.2005
	T20	-.2325*	.03680	.000	-.3078	-.1572
	T8	-.1523*	.03680	.000	-.2275	-.0770
R16	Control	.0955*	.03187	.006	.0304	.1607
	GR12	.0802*	.03680	.038	.0049	.1554
	GR16	.0161	.03680	.665	-.0592	.0914
	GR20	.0967*	.03680	.014	.0214	.1719
	GR8	.0989*	.03680	.012	.0236	.1742
	R12	.2135*	.03680	.000	.1382	.2888
	R20	-.0851*	.03680	.028	-.1603	-.0098
	R8	.1292*	.03680	.001	.0539	.2045
	T12	.1037*	.03680	.009	.0285	.1790
	T16	-.0622	.03680	.102	-.1375	.0131
	T20	-.0190	.03680	.610	-.0943	.0563
	T8	.0612	.03680	.107	-.0140	.1365
R20	Control	.1806*	.03187	.000	.1154	.2458
	GR12	.1652*	.03680	.000	.0900	.2405
	GR16	.1012*	.03680	.010	.0259	.1764
	GR20	.1817*	.03680	.000	.1065	.2570
	GR8	.1840*	.03680	.000	.1087	.2592
	R12	.2986*	.03680	.000	.2233	.3738
	R16	.0851*	.03680	.028	.0098	.1603
	R8	.2143*	.03680	.000	.1390	.2895
	T12	.1888*	.03680	.000	.1135	.2641
	T16	.0228	.03680	.540	-.0524	.0981
	T20	.0661	.03680	.083	-.0092	.1413
	T8	.1463*	.03680	.000	.0710	.2216
R8	Control	-.0337	.03187	.299	-.0989	.0315

	GR12	-.0490	.03680	.193	-.1243	.0262
	GR16	-.1131*	.03680	.005	-.1884	-.0378
	GR20	-.0325	.03680	.384	-.1078	.0427
	GR8	-.0303	.03680	.417	-.1056	.0450
	R12	.0843*	.03680	.029	.0090	.1596
	R16	-.1292*	.03680	.001	-.2045	-.0539
	R20	-.2143*	.03680	.000	-.2895	-.1390
	T12	-.0255	.03680	.494	-.1008	.0498
	T16	-.1914*	.03680	.000	-.2667	-.1162
	T20	-.1482*	.03680	.000	-.2235	-.0729
	T8	-.0680	.03680	.075	-.1432	.0073
T12	Control	-.0082	.03187	.799	-.0734	.0570
	GR12	-.0236	.03680	.527	-.0988	.0517
	GR16	-.0876*	.03680	.024	-.1629	-.0124
	GR20	-.0070	.03680	.849	-.0823	.0682
	GR8	-.0048	.03680	.897	-.0801	.0705
	R12	.1098*	.03680	.006	.0345	.1851
	R16	-.1037*	.03680	.009	-.1790	-.0285
	R20	-.1888*	.03680	.000	-.2641	-.1135
	R8	.0255	.03680	.494	-.0498	.1008
	T16	-.1659*	.03680	.000	-.2412	-.0907
	T20	-.1227*	.03680	.002	-.1980	-.0475
	T8	-.0425	.03680	.258	-.1178	.0328
T16	Control	.1578*	.03187	.000	.0926	.2229
	GR12	.1424*	.03680	.001	.0671	.2177
	GR16	.0783*	.03680	.042	.0030	.1536
	GR20	.1589*	.03680	.000	.0836	.2342
	GR8	.1611*	.03680	.000	.0859	.2364
	R12	.2757*	.03680	.000	.2005	.3510
	R16	.0622	.03680	.102	-.0131	.1375
	R20	-.0228	.03680	.540	-.0981	.0524
	R8	.1914*	.03680	.000	.1162	.2667
	T12	.1659*	.03680	.000	.0907	.2412
	T20	.0432	.03680	.250	-.0321	.1185
	T8	.1235*	.03680	.002	.0482	.1987
T20	Control	.1145*	.03187	.001	.0494	.1797
	GR12	.0992*	.03680	.012	.0239	.1744
	GR16	.0351	.03680	.348	-.0402	.1104
	GR20	.1157*	.03680	.004	.0404	.1909
	GR8	.1179*	.03680	.003	.0426	.1932
	R12	.2325*	.03680	.000	.1572	.3078

	R16	.0190	.03680	.610	-.0563	.0943
	R20	-.0661	.03680	.083	-.1413	.0092
	R8	.1482*	.03680	.000	.0729	.2235
	T12	.1227*	.03680	.002	.0475	.1980
	T16	-.0432	.03680	.250	-.1185	.0321
	T8	.0802*	.03680	.038	.0050	.1555
T8	Control	.0343	.03187	.291	-.0309	.0995
	GR12	.0189	.03680	.611	-.0563	.0942
	GR16	-.0451	.03680	.230	-.1204	.0301
	GR20	.0354	.03680	.344	-.0398	.1107
	GR8	.0377	.03680	.314	-.0376	.1129
	R12	.1523*	.03680	.000	.0770	.2275
	R16	-.0612	.03680	.107	-.1365	.0140
	R20	-.1463*	.03680	.000	-.2216	-.0710
	R8	.0680	.03680	.075	-.0073	.1432
	T12	.0425	.03680	.258	-.0328	.1178
	T16	-.1235*	.03680	.002	-.1987	-.0482
	T20	-.0802*	.03680	.038	-.1555	-.0050

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .002.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Chewiness

LSD

(I) Treatment	(J) Treatment	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Control	GR12	896.4559*	362.82252	.020	154.4006	1638.5113
	GR16	651.8133	362.82252	.083	-90.2421	1393.8686
	GR20	725.4062	362.82252	.055	-16.6492	1467.4616
	GR8	1338.6512*	362.82252	.001	596.5959	2080.7066
	R12	1034.5360*	362.82252	.008	292.4806	1776.5914
	R16	-716.4088	362.82252	.058	-1458.4641	25.6466
	R20	-3088.6036*	362.82252	.000	-3830.6590	-2346.5482
	R8	930.9345*	362.82252	.016	188.8792	1672.9899
	T12	551.1361	362.82252	.140	-190.9193	1293.1915
	T16	-654.9528	362.82252	.081	-1397.0082	87.1026
	T20	-529.9426	362.82252	.155	-1271.9980	212.1128
	T8	452.5851	362.82252	.222	-289.4703	1194.6404
GR12	Control	-896.4559*	362.82252	.020	-1638.5113	-154.4006



	GR16	-244.6427	418.95136	.564	-1101.4944	612.2091
	GR20	-171.0497	418.95136	.686	-1027.9014	685.8020
	GR8	442.1953	418.95136	.300	-414.6564	1299.0470
	R12	138.0801	418.95136	.744	-718.7716	994.9318
	R16	-1612.8647*	418.95136	.001	-2469.7164	-756.0129
	R20	-3985.0595*	418.95136	.000	-4841.9113	-3128.2078
	R8	34.4786	418.95136	.935	-822.3731	891.3303
	T12	-345.3198	418.95136	.417	-1202.1716	511.5319
	T16	-1551.4087*	418.95136	.001	-2408.2605	-694.5570
	T20	-1426.3985*	418.95136	.002	-2283.2503	-569.5468
	T8	-443.8709	418.95136	.298	-1300.7226	412.9809
GR16	Control	-651.8133	362.82252	.083	-1393.8686	90.2421
	GR12	244.6427	418.95136	.564	-612.2091	1101.4944
	GR20	73.5930	418.95136	.862	-783.2588	930.4447
	GR8	686.8380	418.95136	.112	-170.0138	1543.6897
	R12	382.7228	418.95136	.368	-474.1290	1239.5745
	R16	-1368.2220*	418.95136	.003	-2225.0737	-511.3703
	R20	-3740.4168*	418.95136	.000	-4597.2686	-2883.5651
	R8	279.1213	418.95136	.511	-577.7305	1135.9730
	T12	-100.6772	418.95136	.812	-957.5289	756.1746
	T16	-1306.7661*	418.95136	.004	-2163.6178	-449.9143
	T20	-1181.7558*	418.95136	.009	-2038.6076	-324.9041
	T8	-199.2282	418.95136	.638	-1056.0799	657.6235
GR20	Control	-725.4062	362.82252	.055	-1467.4616	16.6492
	GR12	171.0497	418.95136	.686	-685.8020	1027.9014
	GR16	-73.5930	418.95136	.862	-930.4447	783.2588
	GR8	613.2450	418.95136	.154	-243.6067	1470.0968
	R12	309.1298	418.95136	.467	-547.7219	1165.9815
	R16	-1441.8150*	418.95136	.002	-2298.6667	-584.9632
	R20	-3814.0098*	418.95136	.000	-4670.8615	-2957.1581
	R8	205.5283	418.95136	.627	-651.3234	1062.3801
	T12	-174.2701	418.95136	.680	-1031.1219	682.5816
	T16	-1380.3590*	418.95136	.003	-2237.2108	-523.5073
	T20	-1255.3488*	418.95136	.006	-2112.2005	-398.4971
	T8	-272.8212	418.95136	.520	-1129.6729	584.0306
GR8	Control	-1338.6512*	362.82252	.001	-2080.7066	-596.5959
	GR12	-442.1953	418.95136	.300	-1299.0470	414.6564
	GR16	-686.8380	418.95136	.112	-1543.6897	170.0138
	GR20	-613.2450	418.95136	.154	-1470.0968	243.6067
	R12	-304.1152	418.95136	.474	-1160.9670	552.7365
	R16	-2055.0600*	418.95136	.000	-2911.9117	-1198.2083

	R20	-4427.2548*	418.95136	.000	-5284.1066	-3570.4031
	R8	-407.7167	418.95136	.339	-1264.5684	449.1350
	T12	-787.5152	418.95136	.070	-1644.3669	69.3366
	T16	-1993.6041*	418.95136	.000	-2850.4558	-1136.7523
	T20	-1868.5938*	418.95136	.000	-2725.4456	-1011.7421
	T8	-886.0662*	418.95136	.043	-1742.9179	-29.2144
R12	Control	-1034.5360*	362.82252	.008	-1776.5914	-292.4806
	GR12	-138.0801	418.95136	.744	-994.9318	718.7716
	GR16	-382.7228	418.95136	.368	-1239.5745	474.1290
	GR20	-309.1298	418.95136	.467	-1165.9815	547.7219
	GR8	304.1152	418.95136	.474	-552.7365	1160.9670
	R16	-1750.9448*	418.95136	.000	-2607.7965	-894.0930
	R20	-4123.1396*	418.95136	.000	-4979.9913	-3266.2879
	R8	-103.6015	418.95136	.806	-960.4532	753.2503
	T12	-483.3999	418.95136	.258	-1340.2517	373.4518
	T16	-1689.4888*	418.95136	.000	-2546.3406	-832.6371
	T20	-1564.4786*	418.95136	.001	-2421.3303	-707.6269
	T8	-581.9510	418.95136	.175	-1438.8027	274.9008
R16	Control	716.4088	362.82252	.058	-25.6466	1458.4641
	GR12	1612.8647*	418.95136	.001	756.0129	2469.7164
	GR16	1368.2220*	418.95136	.003	511.3703	2225.0737
	GR20	1441.8150*	418.95136	.002	584.9632	2298.6667
	GR8	2055.0600*	418.95136	.000	1198.2083	2911.9117
	R12	1750.9448*	418.95136	.000	894.0930	2607.7965
	R20	-2372.1948*	418.95136	.000	-3229.0466	-1515.3431
	R8	1647.3433*	418.95136	.000	790.4916	2504.1950
	T12	1267.5448*	418.95136	.005	410.6931	2124.3966
	T16	61.4559	418.95136	.884	-795.3958	918.3077
	T20	186.4662	418.95136	.660	-670.3856	1043.3179
	T8	1168.9938*	418.95136	.009	312.1421	2025.8455
R20	Control	3088.6036*	362.82252	.000	2346.5482	3830.6590
	GR12	3985.0595*	418.95136	.000	3128.2078	4841.9113
	GR16	3740.4168*	418.95136	.000	2883.5651	4597.2686
	GR20	3814.0098*	418.95136	.000	2957.1581	4670.8615
	GR8	4427.2548*	418.95136	.000	3570.4031	5284.1066
	R12	4123.1396*	418.95136	.000	3266.2879	4979.9913
	R16	2372.1948*	418.95136	.000	1515.3431	3229.0466
	R8	4019.5381*	418.95136	.000	3162.6864	4876.3899
	T12	3639.7397*	418.95136	.000	2782.8879	4496.5914
	T16	2433.6508*	418.95136	.000	1576.7990	3290.5025
	T20	2558.6610*	418.95136	.000	1701.8093	3415.5127

	T8	3541.1886*	418.95136	.000	2684.3369	4398.0404
R8	Control	-930.9345*	362.82252	.016	-1672.9899	-188.8792
	GR12	-34.4786	418.95136	.935	-891.3303	822.3731
	GR16	-279.1213	418.95136	.511	-1135.9730	577.7305
	GR20	-205.5283	418.95136	.627	-1062.3801	651.3234
	GR8	407.7167	418.95136	.339	-449.1350	1264.5684
	R12	103.6015	418.95136	.806	-753.2503	960.4532
	R16	-1647.3433*	418.95136	.000	-2504.1950	-790.4916
	R20	-4019.5381*	418.95136	.000	-4876.3899	-3162.6864
	T12	-379.7985	418.95136	.372	-1236.6502	477.0533
	T16	-1585.8874*	418.95136	.001	-2442.7391	-729.0356
	T20	-1460.8771*	418.95136	.002	-2317.7289	-604.0254
		T8	-478.3495	418.95136	.263	-1335.2012
T12	Control	-551.1361	362.82252	.140	-1293.1915	190.9193
	GR12	345.3198	418.95136	.417	-511.5319	1202.1716
	GR16	100.6772	418.95136	.812	-756.1746	957.5289
	GR20	174.2701	418.95136	.680	-682.5816	1031.1219
	GR8	787.5152	418.95136	.070	-69.3366	1644.3669
	R12	483.3999	418.95136	.258	-373.4518	1340.2517
	R16	-1267.5448*	418.95136	.005	-2124.3966	-410.6931
	R20	-3639.7397*	418.95136	.000	-4496.5914	-2782.8879
	R8	379.7985	418.95136	.372	-477.0533	1236.6502
	T16	-1206.0889*	418.95136	.007	-2062.9406	-349.2372
	T20	-1081.0787*	418.95136	.015	-1937.9304	-224.2269
		T8	-98.5510	418.95136	.816	-955.4028
T16	Control	654.9528	362.82252	.081	-87.1026	1397.0082
	GR12	1551.4087*	418.95136	.001	694.5570	2408.2605
	GR16	1306.7661*	418.95136	.004	449.9143	2163.6178
	GR20	1380.3590*	418.95136	.003	523.5073	2237.2108
	GR8	1993.6041*	418.95136	.000	1136.7523	2850.4558
	R12	1689.4888*	418.95136	.000	832.6371	2546.3406
	R16	-61.4559	418.95136	.884	-918.3077	795.3958
	R20	-2433.6508*	418.95136	.000	-3290.5025	-1576.7990
	R8	1585.8874*	418.95136	.001	729.0356	2442.7391
	T12	1206.0889*	418.95136	.007	349.2372	2062.9406
	T20	125.0102	418.95136	.768	-731.8415	981.8620
		T8	1107.5379*	418.95136	.013	250.6861
T20	Control	529.9426	362.82252	.155	-212.1128	1271.9980
	GR12	1426.3985*	418.95136	.002	569.5468	2283.2503
	GR16	1181.7558*	418.95136	.009	324.9041	2038.6076
	GR20	1255.3488*	418.95136	.006	398.4971	2112.2005

	GR8	1868.5938*	418.95136	.000	1011.7421	2725.4456
	R12	1564.4786*	418.95136	.001	707.6269	2421.3303
	R16	-186.4662	418.95136	.660	-1043.3179	670.3856
	R20	-2558.6610*	418.95136	.000	-3415.5127	-1701.8093
	R8	1460.8771*	418.95136	.002	604.0254	2317.7289
	T12	1081.0787*	418.95136	.015	224.2269	1937.9304
	T16	-125.0102	418.95136	.768	-981.8620	731.8415
	T8	982.5276*	418.95136	.026	125.6759	1839.3794
T8	Control	-452.5851	362.82252	.222	-1194.6404	289.4703
	GR12	443.8709	418.95136	.298	-412.9809	1300.7226
	GR16	199.2282	418.95136	.638	-657.6235	1056.0799
	GR20	272.8212	418.95136	.520	-584.0306	1129.6729
	GR8	886.0662*	418.95136	.043	29.2144	1742.9179
	R12	581.9510	418.95136	.175	-274.9008	1438.8027
	R16	-1168.9938*	418.95136	.009	-2025.8455	-312.1421
	R20	-3541.1886*	418.95136	.000	-4398.0404	-2684.3369
	R8	478.3495	418.95136	.263	-378.5023	1335.2012
	T12	98.5510	418.95136	.816	-758.3007	955.4028
	T16	-1107.5379*	418.95136	.013	-1964.3896	-250.6861
	T20	-982.5276*	418.95136	.026	-1839.3794	-125.6759

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 263280.362.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

2. อิทธิพลของเวลาตีผสม

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: firmness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-.4807	.49393	.351	-1.5678	.6065
	30.00	.0037	.49393	.994	-1.0835	1.0908
	control	-1.2198*	.42776	.016	-2.1613	-.2783
20.00	10.00	.4807	.49393	.351	-.6065	1.5678
	30.00	.4843	.49393	.348	-.6028	1.5715
	control	-.7392	.42776	.112	-1.6807	.2023
30.00	10.00	-.0037	.49393	.994	-1.0908	1.0835
	20.00	-.4843	.49393	.348	-1.5715	.6028
	control	-1.2235*	.42776	.016	-2.1650	-.2820
control	10.00	1.2198*	.42776	.016	.2783	2.1613
	20.00	.7392	.42776	.112	-.2023	1.6807
	30.00	1.2235*	.42776	.016	.2820	2.1650

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .366.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: toughness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-3.9177*	1.74999	.047	-7.7694	-.0660
	30.00	-.0773	1.74999	.966	-3.9290	3.7744
	control	-9.2228*	1.51554	.000	-12.5585	-5.8872
20.00	10.00	3.9177*	1.74999	.047	.0660	7.7694
	30.00	3.8403	1.74999	.051	-.0114	7.6920
	control	-5.3052*	1.51554	.005	-8.6408	-1.9695
30.00	10.00	.0773	1.74999	.966	-3.7744	3.9290
	20.00	-3.8403	1.74999	.051	-7.6920	.0114
	control	-9.1455*	1.51554	.000	-12.4812	-5.8098
control	10.00	9.2228*	1.51554	.000	5.8872	12.5585
	20.00	5.3052*	1.51554	.005	1.9695	8.6408
	30.00	9.1455*	1.51554	.000	5.8098	12.4812

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4.594.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: hardness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-1282.7807	599.56741	.056	-2602.4196	36.8583
	30.00	-1347.3517*	599.56741	.046	-2666.9906	-27.7127
	control	-1383.5692*	519.24061	.022	-2526.4100	-240.7283
20.00	10.00	1282.7807	599.56741	.056	-36.8583	2602.4196
	30.00	-64.5710	599.56741	.916	-1384.2100	1255.0680
	control	-100.7885	519.24061	.850	-1243.6294	1042.0524
30.00	10.00	1347.3517*	599.56741	.046	27.7127	2666.9906
	20.00	64.5710	599.56741	.916	-1255.0680	1384.2100
	control	-36.2175	519.24061	.946	-1179.0584	1106.6234
control	10.00	1383.5692*	519.24061	.022	240.7283	2526.4100
	20.00	100.7885	519.24061	.850	-1042.0524	1243.6294
	30.00	36.2175	519.24061	.946	-1106.6234	1179.0584

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 539221.625.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: adhesiveness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	3.4457	4.53422	.463	-6.5341	13.4254
	30.00	8.5183	4.53422	.087	-1.4614	18.4981
	control	-33.3093*	3.92675	.000	-41.9521	-24.6666
20.00	10.00	-3.4457	4.53422	.463	-13.4254	6.5341
	30.00	5.0727	4.53422	.287	-4.9071	15.0524
	control	-36.7550*	3.92675	.000	-45.3977	-28.1123
30.00	10.00	-8.5183	4.53422	.087	-18.4981	1.4614
	20.00	-5.0727	4.53422	.287	-15.0524	4.9071
	control	-41.8277*	3.92675	.000	-50.4704	-33.1849
control	10.00	33.3093*	3.92675	.000	24.6666	41.9521
	20.00	36.7550*	3.92675	.000	28.1123	45.3977
	30.00	41.8277*	3.92675	.000	33.1849	50.4704

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 30.839.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: springiness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-.0307	.01423	.054	-.0620	.0007
	30.00	-.0453*	.01423	.009	-.0767	-.0140
	control	-.1040*	.01232	.000	-.1311	-.0769
20.00	10.00	.0307	.01423	.054	-.0007	.0620
	30.00	-.0147	.01423	.325	-.0460	.0167
	control	-.0733*	.01232	.000	-.1005	-.0462
30.00	10.00	.0453*	.01423	.009	.0140	.0767
	20.00	.0147	.01423	.325	-.0167	.0460
	control	-.0587*	.01232	.001	-.0858	-.0315
control	10.00	.1040*	.01232	.000	.0769	.1311
	20.00	.0733*	.01232	.000	.0462	.1005
	30.00	.0587*	.01232	.001	.0315	.0858

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .000.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: cohesiveness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-.0790*	.03139	.029	-.1481	-.0099
	30.00	-.1237*	.03139	.002	-.1928	-.0546
	control	-.0643*	.02719	.037	-.1242	-.0045
20.00	10.00	.0790*	.03139	.029	.0099	.1481
	30.00	-.0447	.03139	.182	-.1138	.0244
	control	.0147	.02719	.600	-.0452	.0745
30.00	10.00	.1237*	.03139	.002	.0546	.1928
	20.00	.0447	.03139	.182	-.0244	.1138
	control	.0593	.02719	.052	-.0005	.1192
control	10.00	.0643*	.02719	.037	.0045	.1242
	20.00	-.0147	.02719	.600	-.0745	.0452
	30.00	-.0593	.02719	.052	-.1192	.0005

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .001.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: chewiness

LSD

(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
10.00	20.00	-860.7893*	318.47108	.021	-1561.7395	-159.8392
	30.00	-1146.3240*	318.47108	.004	-1847.2741	-445.3739
	control	-1042.6558*	275.80404	.003	-1649.6964	-435.6152
20.00	10.00	860.7893*	318.47108	.021	159.8392	1561.7395
	30.00	-285.5347	318.47108	.389	-986.4848	415.4155
	control	-181.8665	275.80404	.523	-788.9071	425.1741
30.00	10.00	1146.3240*	318.47108	.004	445.3739	1847.2741
	20.00	285.5347	318.47108	.389	-415.4155	986.4848
	control	103.6682	275.80404	.714	-503.3724	710.7088
control	10.00	1042.6558*	275.80404	.003	435.6152	1649.6964
	20.00	181.8665	275.80404	.523	-425.1741	788.9071
	30.00	-103.6682	275.80404	.714	-710.7088	503.3724

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 152135.742.

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวธิตติภา ฐิรวัฒนวงศ์  
ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ  
วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)  
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร  
คณะ วิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561  
โทรศัพท์ 087-710-2626  
E-mail aim-thitipa@hotmail.com



ชื่อ-สกุล นางสาวสโรชา วีรกุลพิพัฒน์  
ตำแหน่ง ผู้วิจัยร่วม  
วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)  
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร  
คณะ วิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีที่สำเร็จการศึกษา 2561  
โทรศัพท์ 097-135-3588  
E-mail thepearjelly@hotmail.com

